



Universidade de Aveiro Departamento de Química
2016

Simão Xavier **“Aplicação da filosofia LEAN - design do**
Silva Rodrigues **fluxo dos processos e seu controlo na**
perspetiva da qualidade e da segurança
alimentar”



**Simão Xavier
Silva Rodrigues** **“Aplicação da filosofia LEAN - design do
fluxo dos processos e seu controlo na
perspetiva da qualidade e da segurança
alimentar”**

Relatório de Estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biotecnologia, realizado sob a orientação científica da Prof^a Dr^a Ivonne Delgadillo Giraldo, Professora Associada com Agregação do Departamento de Química da Universidade de Aveiro e, da Eng^a Piedade Calheiros, Diretora da Melhoria Contínua da Cork Supply Portugal

人之生也柔弱，其死也堅強。草木之生也柔脆，其死也枯槁。

故堅強者死之徒，柔弱者生之徒。

是以兵強則滅，木強則折，強大居下，柔弱居上。

Lao Tsé, Tao Te Ching, LXXVI



πάντα χωρεῖ καὶ οὐδέν μένει

Heráclito de Epheso

It is necessary to speak and to think what is;
for being is, but nothing is not.
Parménides

Nemo liber est qui corpori servit.
Séneca

Die Welt ist meine Vorstellung.
Schopenhauer



Aufklärung ist der Ausgang des Menschen aus seiner
Selbstverschuldeten Unmündigkeit. (...) Sapere aude !
Kant

Die Bourgeoisie, wo sie zur Herrschaft gekommen, (...) hat die heiligen Schauer der frommen Schwärmerei, der ritterlichen Begeisterung, der spießbürgerlichen Wehmut in dem eiskalten Wasser egoistischer Berechnung ertränkt. Sie hat die persönliche Würde in den Tauschwert aufgelöst und an die Stelle der zahllosen sen verbriefften und wohlverordneten Freiheiten die eine gewissenlose Handelsfreiheit gesetzt. Sie hat, mit einem Wort, an die Stelle der mit religiösen und politischen Illusionen verhüllten Ausbeutung die offene, unverschämte, direkte, dürre Ausbeutung gesetzt.

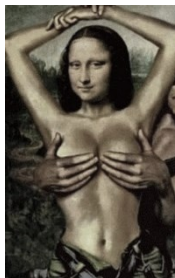
Marx

Einen Erhabenen sah ich heute, einen Feierlichen, einen Büsser des Geistes :
oh wie lachte meine Seele ob seiner Hässlichkeit!

Nietzsche

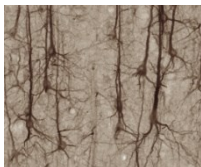
The scientific, rational regulation of human
existence is the highest goal.

W. Reich



A linguagem é uma pré-figuração do real.
Wittgenstein

We're here today to announce
the first synthetic cell (...).
Craig Venter



Le système éducatif...en dissimulant le lien entre les qualifications obtenues par les individus et le capital culturel acquis grâce à leur milieu social...contribue à justifier l'ordre établi.

Bourdieu

As ciências humanas não têm consciência dos caracteres físicos e biológicos dos fenómenos humanos. As ciências naturais não têm consciência da sua inscrição numa cultura, numa sociedade, numa história. As ciências não têm consciência do seu papel na sociedade. As ciências não têm consciência dos princípios ocultos que comandam as suas elucidações. As ciências não têm consciência de que lhes falta uma consciência.

Edgar Morin

o júri

presidente

Doutor Jorge Manuel Alexandre Saraiva
Investigador Auxiliar, Universidade de Aveiro

vogal- arguente principal

Professora Doutora Sílvia Maria da Rocha Simões
Carriço
Professora Auxiliar, Universidade de Aveiro

vogal- orientador interno

Professora Doutora Ivonne Delgadillo Giraldo
Professor Associado c/ Agregação, Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço à minha família, por me apoiar e dar segurança.

Às minhas orientadoras, Prof^a Dr^a Ivonne Delgadillo e Eng^a Piedade Calheiros pela disponibilidade e pelos conselhos.

Ao pessoal do laboratório da CSP1 por ter sido tão simpático e acolhedor.

Ao pessoal da produção da CSP4 pelo bom ambiente de camaradagem.

Ao pessoal de cargos superiores que me tratou de igual para igual.

palavras-chave

LEAN Thinking, Controlo de Qualidade, Cortiça, Rolha de Cortiça, Processo de Produção, Qualidade Visual.

resumo

Realizado no âmbito do Mestrado em Biotecnologia da Universidade de Aveiro, o estágio-tese na Cork Supply Portugal teve como tema a “Aplicação da filosofia LEAN - design do fluxo dos processos e seu controlo na perspectiva da qualidade e da segurança alimentar”.

O principal objetivo deste estágio foi, ajudar na construção do sistema de controlo de qualidade e organização do espaço do laboratório de uma nova unidade fabril da empresa (Cork Supply 4), com base nos princípios LEAN. O estágio consistiu em duas fases: uma primeira, de aprendizagem e aplicação dos procedimentos de controlo de qualidade no laboratório da Cork Supply 1; uma segunda, mais diversa, que decorreu num novo laboratório de uma nova unidade fabril da empresa (Cork Supply 4) e, em que foram desempenhadas várias funções, entre as quais: aplicação de procedimentos de controlo de qualidade, construção da base de dados do controlo da qualidade/laboratório, escrita das instruções de trabalho da produção, gestão dos dispositivos de medição e monitorização, organização do espaço do laboratório segundo a Filosofia LEAN e, alguma organização de espaços na produção.

keywords

LEAN Thinking, Quality Control, Cork, Cork Stopper, Manufacturing Process, Visual Quality.

abstract

In the scope of Aveiro University Biotechnology Master, this thesis/internship performed in Cork Supply Portugal has had as a theme “LEAN Philosophy Application – process flux design and its control from the perspective of quality control and food safety.”

The main aim of this internship was, to help in the construction of the quality control system and in the organization of the laboratory of a new enterprise factory (Cork Supply 4), following the LEAN principles.

This internship has consisted in two phases: firstly, in the learning and application of quality control procedures in the Cork Supply 1 laboratory; secondly, a more diverse phase, which has occurred in a new laboratory of a new enterprise factory unit (Cork Supply 4) and, in which, several tasks have been performed, such as: application of quality control procedures, quality control/laboratory database building, writing of the production work instructions, management of measurement and monitorization devices, organization of the laboratory space in accordance with LEAN Philosophy and, the organization of some production areas.

ÍNDICES

Índice Geral

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Apresentação da Empresa	3
1.2 Contextualização e Objetivo	5
1.3 Lean Thinking.....	7
2. QUESTÕES TÉCNICAS NA INDÚSTRIA ROLHEIRA E, PROCESSOS DE PRODUÇÃO E CONTROLO DE QUALIDADE NA CORK SUPPLY PORTUGAL.....	27
2.1 Alguns Questões Técnicas da Indústria Rolheira	29
2.1.1 Avaliação da Qualidade da Cortiça	29
2.1.2 Os tipos de rolhas de cortiça.....	33
2.1.3 A rolha de cortiça e a sua relação com garrafa e vinho	35
2.2 Os processos de produção	39
2.2.1 Certificações relacionadas à produção	39
2.2.2 Processo de produção de rolhas naturais na CSP	40
2.2.3 O processo de produção na Cork Supply 4.....	44
2.3 Controlo de Qualidade	54
3.APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS E FERRAMENTAS LEAN À FÁBRICA E LABORATÓRIO DA CSP4	67
3.1 Lean da Fábrica.....	69
3.2 Lean do Laboratório.....	75
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
6. ANEXOS.....	95
Anexo I - Breve História da Indústria Corticeira	97
Anexo II - Ecologia, Biologia, Química e Física relacionadas à cortiça	101
O Montado e o Sobreiro	101
Histologia do Sobreiro e Desenvolvimento da Cortiça	102
Histologia e estrutura celular da cortiça	104
Tipos de rolha de cortiça	104
Citologia e Histologia da Cortiça	105
Composição Química da Cortiça.....	108
Contaminantes.....	114
Propriedades Físicas	119
Projeto Genosuber e Biotecnologia do Sobreiro	120
Anexo III - Segurança Alimentar	123
Anexo IV - Defeitos e Classificação Visual de Rolhas e Discos de Cortiça	129
Defeitos da Cortiça.....	129
Defeitos de Fabricação	136

Índice de Figuras

Figura 1- Países e regiões em que o Cork Supply Group tem representação.	3
Figura 2- Possível sequência de aplicação da filosofia LEAN.	8
Figura 3- A teoria DBR (Drum-Buffer-Rope), afirma que o processo mais lento (Drum) é aquele que limita a capacidade produtiva e define que os outros processos devem ser sincronizados com o mais lento. O processo mais lento nunca deve parar por falta de input logo, é armazenado inventário para alimentar esse processo, designado Buffer. Logo que o tamanho ideal do Buffer tenha sido determinado, as matérias-primas que alimentam o início do processo são colocadas no sistema produtivo ao ritmo de trabalho do processo mais lento (Drum). Esta limitação de outras partes do processo pelo processo mais lento designa-se Rope.	10
Figura 4- Exemplo de Value Stream Mapping (significado dos símbolos em "Anexos/Anexos Não Confidenciais /Outros/Símbolos Value Stream Mapping"). É a partir de informação sobre o cliente que se planeia a produção. O planeamento da produção vai condicionar as encomendas a fornecedores e a produção. C/T- Tempo de ciclo. C/O- Tempo de changeover. 27000- tempo de trabalho disponível/dia. Na linha do tempo da produção considera-se que, todo o tempo que não é processo, não acrescenta valor. O principal objetivo desta ferramenta é identificar oportunidades de reduzir o tempo de todo este processo mas, permite outros insights, como: pode-se determinar o tempo de ciclo de cada processo (ou máquina); é necessário equilibrar os tempos de ciclo para não ter um processo subaproveitado, por exemplo, comprando mais máquinas para os processos com tempos de ciclo maiores; tendo em conta os períodos de stock operacional e os tempos de ciclo, podemos perceber que quantidade de stock operacional de terá em cada fase do processo e, poder-se-à também dimensionar os espaços para supermercado; entre outros.	11
Figura 5- Exemplo de diagrama de esparguete.	12
Figura 6- Fases de aplicação da metodologia SMED [5].	12
Figura 7- Esquema do sistema Kanban.	14
Figura 8- Exemplo de quadro kanban. Estes quadros são variáveis, embora tenham sempre as tarefas planeadas (To Do), as tarefas em progresso (no caso, estão divididas em várias) e, as tarefas concluídas (Done). As cores dos post-its (notas), podem ter diferentes significados, o que pode ser definido de modo diferente. O modo de preencher os post-its pode incluir: identificação da tarefa, quem a deve realizar, o que realizar, tempo esperado para a conclusão da tarefa, entre outros.	15
Figura 9- Código de cores para marcação do chão.	16
Figura 10- Gráfico de evolução da pontuação da auditoria (à esquerda) e, distribuição da pontuação mensal por S (à direita).	18
Figura 11- Exemplo de quadro de Kaizen diário da secção da moldação da Champcork [7].	18
Figura 12- Carta de controlo de um parâmetro.	20
Figura 13- Diagrama de Ishikawa.	20
Figura 14- Check-Sheet de Defeitos.	21
Figura 15- Gráfico de Pareto.	21
Figura 16- Pranchas de cortiça de diferentes espessuras (em linhas) e pé de linhas [9].	30
Figura 17- Balanços mássicos do aproveitamento da cortiça [10].	31
Figura 18- Rendimento de pranchas de cortiça de qualidade 1º a 3º e de qualidade 4º a 6º em % de classes de rolhas/refugo [9].	32
Figura 19- Engarrafamento de rolha (à esquerda) e forças que se exercem e a que está sujeita após engarrafamento (à direita). À direita, setas horizontais representam pressão de vedação e, setas diagonais representam pressão interna.	36
Figura 20- Cinética de difusão de oxigénio em diferentes vedantes: (A) Rolhas técnicas de cortiça; (B)- Vedantes sintéticos; (C)- Rolhas de cortiça naturais. N22- 1ª classe diâmetro 22mm; N3c- 3º Colm. [13].	38

Figura 21 – Fluxograma do processo produtivo da CSP4.	45
Figura 22 - Esquema de extrusora. 1- Êmbolo ou pistão compressor. 2- Alimentador. 3- Câmara (tubo) de moldagem. 4- Câmara de arrefecimento. 5- Camisa de aquecimento. 6- Camisa de arrefecimento. 7- Bastão.	48
Figura 23 - Exemplo de chão marcado.	73
Figura 24 - Lay-out do Laboratório da CSP4 após a sua organização e organização de armários e gavetas.	78
Figura 25 - Lay-out do Laboratório da CSP4 após a sua organização e organização de armários e gavetas.	79
Figura 26 - Fotografias de fábrica rolheira na Publicação Semestral da J.D. Aveiro de Junho de 1970.	97
Figura 27 - Distribuição das Indústrias Transformadoras de Cortiça por Distrito em 2009 [27].	98
Figura 28 - Alguns dos vários usos da cortiça.	100
Figura 29 - Área de distribuição mundial do sobreiro (à esquerda), área de montado de sobreiro (direita em cima) e produção média anual de cortiça (direita em baixo).	101
Figura 30 - Imagem de microscopia evidenciando felema, feloderme e epiderme de <i>Q. suber L.</i> jovem (esquerda) e de <i>Q. suber L.</i> com 4-5 anos (direita).	102
Figura 31 - Formação de novo felogene após descortiçamento. A raspa corresponde à costa da cortiça e o felogene à barriga. Entre estas duas está o miolo.	103
Figura 32 - Cortiça amadia em corte transversal (esquerda) e tangencial (direita).	104
Figura 33 - Imagem de cortiça, felogene e entrecasco de sobreiro (à esquerda) e, descortiçamento de sobreiro (à direita).	104
Figura 34 - À esquerda em cima: a) corte radial (l- dimensão da base do prisma (13-15µm); d- espessura da parede celular (1-1,5µm)); b) corte axial/tangencial (h- comprimento do prisma; 40µm). À direita em cima, esquema tridimensional do tecido do súber. Em baixo, imagens de microscopia eletrónica de varrimento, de cortiça: à esquerda, corte radial (favo de mel); à direita, corte tangencial (parede de tijolos).	107
Figura 35 - Paredes celulares e lamela média de células do súber. T- parede celular terciária (50-120nm); S- parede celular secundária; P- parede celular primária; M- lamela média (10-20nm); W- ceras de suberina; Po- plasmodesmos (canais de comunicação entre células; 45nm de diâmetro).	107
Figura 36 - Modelo para a estrutura química da parede celular das células da cortiça [33].	109
Figura 37 - Modelo para a estrutura química da lenhina.	110
Figura 38 - Estrutura química da celulose (em cima) e de hemiceluloses (exemplos).	111
Figura 39 - Estrutura química de alguns dos polifenóis de baixo peso molecular mais comuns na cortiça.	112
Figura 40 - Roda dos aromas da cortiça.	113
Figura 41 - Mecanismo proposto para a formação do 2,4,6-Tricloroanisol [38].	117
Figura 42 - Matriz para determinação de factor de risco. Probabilidade (Frequência): 3- Diária/Semanal; 2- Mensal; 1- Anual ou Superior. Severidade (Consequências para a Saúde): 3- Morte ou Doença Irreversível; 2- Doença ou outra situação reversível; 1- Situação incómoda mas sem consequências para a saúde.	125
Figura 43 - Representação da "Árvore de decisão" utilizada na análise de perigos (baseada na Árvore de decisão do Codex Alimentarius).	126

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Listagem dos tipos de desperdícios e descrição daquilo a que se referem.....	9
Tabela 2 - Checklist de avaliação postural, da cadeira e da bancada de trabalho de quem tem um posto de trabalho sentado.....	25
Tabela 3 - Nome atribuído às pranchas com diferentes espessuras e seu tipo [9].	29
Tabela 4 - Destino da cortiça em função do calibre e qualidade [9].	31
Tabela 5 - Recomendações de rolhas para uso em diferentes vinhos.	35
Tabela 6 - Sequência do processo anterior à recepção de granulado na CSP4.	46
Tabela 7 - Sequência de processos em prática na CSP4. "Como?" em "Anexos/Anexos Confidenciais/GP10-Produção CSP4/2-Instruções".	47
Tabela 8 - Sequência de processos para produção de discos de cortiça natural.....	53
Tabela 9 - Requisitos da norma ISO 9001 para o sistema de garantia da qualidade [15].	55
Tabela 10 - Procedimentos do Controlo de Qualidade e seus Fundamentos. “Como” em “Anexos/Anexos Confidenciais/ GP08-Controlo de Qualidade CSP/4- Procedimentos”.	58
Tabela 11 - Capacidade produtiva dos diferentes processos em rolhas/segundo.....	69
Tabela 13 - Exemplo de estrutura de PIE.....	76
Tabela 14 - Número de ensaios previstos para o laboratório e sua divisão pelos técnicos e Diretora.	80
Tabela 15 - Plano de Amostragem.	80
Tabela 16 - Sequência de trabalho proposta.....	81
Tabela 17 - Composição química da cortiça em % de peso seco segundo alguns autores [35].....	108
Tabela 18 - Avaliação quantitativa média de polifenóis de baixo peso molecular por HPLC. Estes polifenóis foram extraídos de amostras de cortiça seca provenientes de três árvores de <i>Quercus suber</i> para solução de éter [36].	112
Tabela 19 - Principais compostos voláteis com aromas presentes na cortiça.	113
Tabela 20 - Nome, estrutura molecular e limite de percepção sensorial dos haloanisóis mais relevantes para a indústria rolheira [34] [39].	116

Lista de Abreviaturas

Abreviatura	Denominação
CELiège	Confédération Européene du Liège
CIPR	Código Internacional das Práticas Rolheiras
CSG	Cork Supply Group
CSP	Cork Supply Portugal
DBR	Drum, Buffer, Rope Theory
DMM	Dispositivos de Medição e Monitorização
DS100	Dry-Soak de 100% das rolhas
ET	Especificações Técnicas
FSC	Forest Stewardship Council
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
HPLC	High-Pressure Liquid Chromatography
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	International Organization for Standardization
LPS	Limite de Percepção Sensorial
NQA	Níveis de Qualidade Aceitáveis
PCC	Ponto Crítico de Controlo
PIE	Plano de Inspeção e Ensaio
PPR	Programa Pré-Requisito
PPRO	Programa Pré-Requisito Operacional
SMED	Single Minute Exchange of Die
SNGC	Sistema Nacional de Garantia da Qualidade
TCA	2,4,6-tricloroanisol
VSM	Value Stream Mapping

1. INTRODUÇÃO

1.1 Apresentação da Empresa

A Cork Supply Portugal (CSP), inaugurada em 1995, faz parte do Cork Supply Group (CSG), o qual teve início na Cork Supply USA, em 1981 [1]. O Cork Supply Group está representado em várias regiões do mundo, nomeadamente nas indicadas na figura 1, regiões mundiais de maior produção vinícola.

A Cork Supply Portugal é constituída por 4 unidades fabris: a CSP3 no Montijo (unidade de preparação da cortiça), a CSP1 em São Paio de Oleiros (unidade de fabricação) e a CSP2 em Rio Meão (unidade de acabamentos), as quais estão mais focadas na produção de rolhas naturais; pela CSP4, unidade fabril que centra, para já, a sua atividade na produção de rolhas técnicas de cortiça. A CSP1, CSP2 e CSP4 estão localizadas numa região onde existe muita indústria transformadora de cortiça, o que permite que muitas rolhas possam ser compradas aos vários produtores que aqui existem e, depois de posterior transformação/acabamento ou não, revendidas. Já a CSP3, no Montijo, está mais próxima da origem da cortiça.

Figura 1- Países e regiões em que o Cork Supply Group tem representação.

	África do Sul		EUA	
	Argentina		Europa	
	Austrália		França	
	Canadá		Irlanda	
	China		Itália	
	Espanha		Portugal	

O Cork Supply Group teve em 2014 um volume de negócios de 101 milhões de euros e prevê que este valor seja de 117 milhões de euros em 2015 [2]. Estes dados são o seguimento daquilo que tem sido o crescimento sustentado da empresa ao longo dos últimos anos. Os mercados de exportação representam cerca de 95% do volume de negócios da empresa, os quais correspondem principalmente às regiões em que a empresa tem subunidades empresariais. Em Portugal, a empresa conta com cerca de 200 trabalhadores, dos quais 12% trabalham no Departamento de Controlo de Qualidade ou no Departamento de Investigação & Desenvolvimento [3]. O investimento em investigação e na qualidade está relacionado com a visão da empresa, que consiste principalmente em criar confiança e

garantir sempre um produto com qualidade ao cliente. O lema da empresa “Redefinindo a Qualidade” demonstra a aposta da empresa na qualidade.

A Norte, as unidades fabris CSP1 (fabricação de rolhas naturais) e CSP2 (acabamento) funcionam em espaços alugados. Nesse sentido, a Cork Supply Portugal comprou fábrica e terrenos (onde está a funcionar atualmente a CSP4 (fabricação de rolhas técnicas)) da Juvenal Ferreira da Silva, S.A., a qual após iniciar vários processos de insolvência/revitalização em 2013, acabou por fechar portas em 2014. Os elevados custos de aluguer das instalações da CSP1 e CSP2, aliados à vantagem de melhor integrar a produção sequencial num só lugar e à boa oportunidade de compra, levaram a que surgisse um novo projeto para a Cork Supply Portugal (a CSP3 deverá continuar a sul). Como se pode ver em “Anexos/Anexos Confidenciais/Lay-out CSP4/5-Projeto Futuro Cork Supply”, prevê-se que exista uma secção para as rolhas técnicas (à esquerda; atual CSP4), que ainda será expandida relativamente ao que existe atualmente e, uma construção de raiz de tudo o que existe na CSP1 e na CSP2 (inclusivé escritórios, entre outros). A produção far-se-à ao mesmo tempo que são implementados estes projetos e, embora em Junho de 2016 a produção na CSP4 funcionasse já com alguma normalidade, ainda existiam na mesma vários aspectos básicos de organização e construção que estavam por fazer (ex: não existir sistema de rastreabilidade definido; não existir boa organização e normalização do trabalho; não estar implementado qualquer sistema LEAN; haver máquinas em falta e a estarem a ser instaladas, entre outros). Prevê-se que todo o projeto esteja implementado dentro de um período de 5 anos.

O Cork Supply Group continuará a sua produção enquanto dá vida ao projeto. O CSG, em Portugal e na Europa vende: rolhas naturais, rolhas colmatadas, rolhas técnicas (micro, aglo, 1+1), rolhas para vinhos espumantes (champanhe) e rolhas bartops. A fabricação de cada tipo de rolhas pode passar por diferentes processos, tratamentos ou acabamentos, o que faz com que exista uma grande gama de rolhas de cada tipo (diferentes rolhas naturais, técnicas, etc.). Além disto, a empresa vende rolhas 100% inspeccionadas por análise sensorial, um processo designado DS100 em que técnicos especializados procuram desvios sensoriais em todas as rolhas do lote. Prevê-se também que venha a vender rolhas 100% inspeccionadas para TCA. A estrutura organizacional da Cork Supply Portugal, atualizada com a CSP4, está exposta no organograma disponibilizado em “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Outros/Organograma Cork Supply”.

1.2 Contextualização e Objetivo

Esta tese de estágio, resultado de um acordo de cooperação entre o departamento de Química da Universidade de Aveiro e a Cork Supply Portugal, teve como tema a “Aplicação da filosofia LEAN - design do fluxo dos processos e seu controlo na perspectiva da qualidade e da segurança alimentar”.

O principal objetivo do estágio consistiu em aprender vários procedimentos de controlo de qualidade da indústria rolheira e a aplicá-los e, em auxiliar na construção/montagem do sistema de controlo de qualidade e organização segundo a Filosofia LEAN de um novo laboratório da empresa¹. Apesar desta simplificação, foram realizadas e vistas mais tarefas, as quais desenvolveram em mim a necessidade de as aprender. Isto faz com que a tese inclua mais temas para além do tema central. Portanto, com base na informação que considerei importante conter nesta tese de estágio, decidi organizá-la do seguinte modo: capítulo I - apresentação da empresa, contextualização e objetivos da tese, princípios e ferramentas do Lean Thinking; capítulo 2 – questões técnicas da indústria rolheira, processos de produção e controlo de qualidade; capítulo 3 - Lean da Fábrica e Lean do Laboratório. O capítulo 1 serve de introdução à empresa, ao trabalho e aos princípios e ferramentas LEAN. O capítulo 2 serve de introdução a questões básicas da indústria rolheira, aos processos produtivos e ao controlo de qualidade associado à produção, conhecimentos sem os quais seria difícil pensar a aplicação dos princípios LEAN ao contexto específico. No capítulo 3 são descritas propostas de aplicação do LEAN à produção/fábrica da CSP4 e à aplicação concreta da mesma Filosofia no controlo de qualidade/laboratório da CSP4.

Vários outros temas foram deixados para anexos dentro da tese, nomeadamente: 1) Breve introdução à indústria corticeira; 2) Ecologia, Biologia, Química e Física da Cortiça; 3) Princípios de Segurança Alimentar; 4) Análise de Qualidade Visual de Rolhas de Cortiça. Outros temas, tópicos ou documentos foram ainda distribuídos em anexos externos à tese. Estes anexos estão divididos em anexos confidenciais e anexos não confidenciais. Só os anexos não confidenciais são disponibilizados para o público em geral. Os anexos externos confidenciais contêm informação como: documentação do controlo de qualidade; documentação da produção; documentação de gestão de DMMs; documentação de segurança alimentar; Lay-out's; entre outros. Os anexos externos não confidenciais incluem informação como: guias de cromatografia gasosa; modelo de sistema de rastreabilidade; técnicas de análise estatística; entre outros. Por isto, os anexos externos à tese são um importante

¹ O laboratório da Cork Supply 4, unidade fabril nova da empresa, que à data está em montagem.

complemento da tese, havendo no texto da tese várias referências para a informação externa à mesma sendo que, a grande parte dela não é possível aceder por ser confidencial.

1.3 Lean Thinking

O Lean Thinking é uma filosofia de gestão e organização do trabalho principalmente derivada do “Sistema de Produção da Toyota” e que é aplicável não só à área da produção mas também a outras áreas de uma empresa como laboratório ou escritórios. O Lean Thinking faz uso de conceitos e ferramentas para tornar a gestão e organização do trabalho mais eficiente. Pretendo aqui organizar alguns dos principais princípios e ferramentas do Lean Thinking.

Eis alguns dos princípios e ferramentas LEAN [4]:

Termo coletivo das práticas LEAN	Características Específicas
Práticas JIT	Nivelamento da produção (<i>Heijunka</i>) Sistema <i>pull</i> (<i>Kanban</i>) Produção de acordo com <i>Takt Time</i> Sincronização de processos
Redução de recursos	Produção em pequenos lotes Eliminação de desperdício (cliente) Redução dos tempos de setup (SMED) Redução do <i>lead time</i> Redução de inventário
Valorização dos recursos humanos	Organização de equipas Treinos multidisciplinares Envolvimento dos colaboradores
Estratégias de melhoria	Círculos de melhoria Melhoria contínua (<i>Kaizen</i>) Análise causa-raiz (5 Porquês)
Controlo de defeitos	Automação (<i>Jidoka</i>) Prevenção de falhas (<i>Poka-yoke</i>) 100% de inspeções Paragem das linhas (<i>Andon</i>)
Gestão da cadeia de abastecimento	Mapeamento do fluxo de valor (VSM) (cliente) Envolvimento dos fornecedores
Padronização	5S Standard Work Gestão e controlo visuais
Gestão científica	Policy deployment (<i>Hoshin Kanri</i>) Estudo do trabalho/tempos <i>Multi manning</i> Redução da força de trabalho Ajustes de Lay-Out Produção em células (<i>Cellular manufacturing</i>)
Técnicas agrupadas	Controlo estatístico da qualidade Manutenção preventiva (<i>Total production maintenance</i>)

Estes princípios e ferramentas são aplicados a uma situação concreta/específica, no entanto, é útil organizá-los e descrevê-los um pouco por forma a melhor introduzir o tema.

Figura 2- Possível sequência de aplicação da filosofia LEAN.



De um ponto de vista teórico, poder-se-ia organizar a aplicação da filosofia LEAN nas seguintes etapas:

- 1- Pensar o valor em função da perspetiva do cliente. Saber o que os clientes querem, quando querem, como querem e quanto querem, saber o que estão dispostos a pagar, entre outros, ajuda a definir aquilo que tem e não tem valor para o produto ou serviço.
- 2- Depois de se definir o que tem valor, pode-se fazer o mapeamento do fluxo de valor (VSM) na cadeia produtiva. No fluxo de valor, classificam-se as atividades em três tipos: as que acrescentam valor; as que não acrescentam valor mas são necessárias (controlo de qualidade ou manutenção de máquinas); as que não acrescentam valor nem são necessárias. Estas últimas e todo outro tipo de desperdícios (ver tabela 1) devem ser identificados e eliminados. O design do fluxo do processo de produção ajuda a pensar e organizar. Determinar os lead-times (tempo de execução de cada processo) e procurar maneiras de os reduzir sem perder valor é importante para o aumento da produtividade.
- 3- Criar novo fluxo, eliminando desperdícios identificados no mapeamento do fluxo de valor. Melhorar o fluxo entre as operações, reduzir o tempo de concepção, produção e armazenamento dos produtos, são também objetivos da filosofia LEAN.
- 4- Por oposição a um sistema Push - em que se produzem grandes quantidades, se as armazenam em grandes quantidades e se as procura expedir -, a filosofia LEAN defende um sistema Pull e Just-in-Time. Este sistema sincroniza a produção com a procura, o que para além de reduzir custos (por exemplo, de armazenamento), melhora a resposta dada à necessidade do cliente.
- 5- A filosofia LEAN defende o desenvolvimento de uma cultura organizacional de melhoria contínua.

Tabela 1 - Listagem dos tipos de desperdícios e descrição daquilo a que se referem.

Desperdício	Descrição
Excesso de Produção	Produzir quantidades excessivas e antes do necessário.
Excesso de inventário	Excesso de produtos acabados, matérias-primas e produtos em vias de fabrico. O excesso de inventário resulta na utilização excessiva de recursos de mão-de-obra, representa uma fonte de custos de armazenamento e, potencialmente, de obsolescência. Além disso, fica “dinheiro morto” em stock.
Sobreprocessamento ou retrabalho	Etapas, nos processos, que não acrescentam valor ao produto ou serviço. Pode ser resultado de instruções de trabalho mal definidas, falta de análise do fluxo de valor ou da existência de especificações de qualidade muito rigorosas.
Trabalhadores em espera	Tempo de espera por parte dos trabalhadores devido à falta de material ou informação, necessários ao desempenho das suas funções.
Transporte desnecessário	Deslocação excessiva de produtos/materiais na área de trabalho. Este desperdício resulta de <i>layouts</i> deficientes e, é uma perda de tempo que não acrescenta valor.
Movimentação desnecessária	Movimentação excessiva de pessoas na área de trabalho. Este desperdício consome tempo e esforço e, está intrinsecamente relacionado com o <i>layout</i> , com os procedimentos de trabalho e a Ergonomia do trabalho.
Defeitos	Não conformidades de produtos ou processos. Os defeitos são resultado da existência de problemas internos de qualidade e resultam normalmente em retrabalho ou clientes insatisfeitos.
Subutilização dos trabalhadores	Subaproveitamento das capacidades, experiência e criatividade das pessoas na resolução de problemas ou na melhoria de processos.

A sequência de implementação da filosofia LEAN anteriormente apresentada, serve apenas como primeira introdução à mesma. De seguida, exponho algumas das ferramentas LEAN mais importantes e, com isso, novas perspetivas surgem. Após a exposição dessas ferramentas, procuro desenvolver um pequeno projeto LEAN, aplicado ao laboratório da CSP4, de modo a aplicar e, com isso melhor perceber, os princípios e ferramentas LEAN. Fica também um pequeno exercício de aplicação de ferramentas LEAN à fábrica da CSP4.

1- Em primeiro lugar, pretendo apresentar alguns conceitos genéricos fundamentais para a gestão de produção. Antes da montagem de uma fábrica deve-se fazer um estudo de mercado e definir quotas de mercado a atingir. Esse estudo deve ajudar a definir o que produzir e em que quantidade/unidade de tempo. Com isto definido, pode-se fazer um dimensionamento da produção (com ou sem previsão de alargamento futuro) no sentido de que, a capacidade produtiva esteja ajustada à procura esperada. Tendo sido feito o dimensionamento do processo (máquinas, materiais, supermercados, stock de produto final, trabalhadores, entre outros), organizar-se-ão os recursos necessários no espaço de maneira eficiente, isto é, o lay-out da fábrica deve permitir que a sequência do processo se desenrole sem desperdícios e de modo sincronizado.

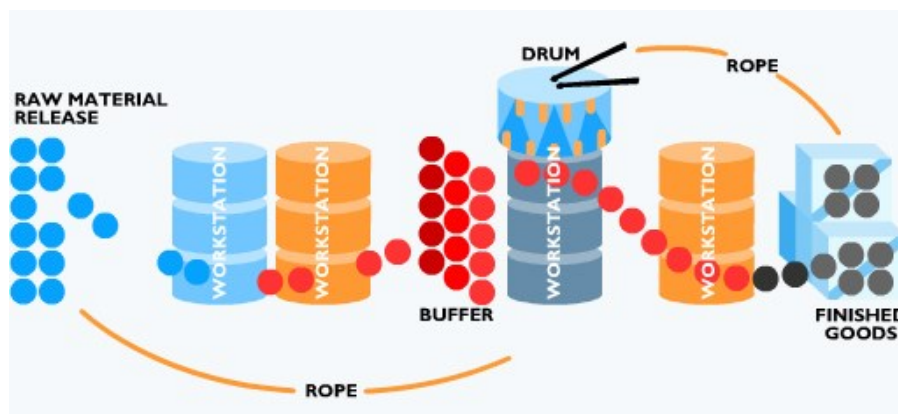
Os conceitos Takt time e Tempo de ciclo informam-nos sobre a cadência de produção exigida pelas encomendas e, sobre a cadência de produção instalada, respetivamente. Lógico que o tempo de ciclo deva ser inferior ou muito inferior ao Takt time.

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ de\ produção\ em\ um\ dia}{Número\ de\ peças\ encomendadas\ por\ dia}$$

$$Tempo\ de\ ciclo = \frac{Tempo\ de\ produção\ em\ um\ dia}{Número\ de\ peças\ produzíveis\ por\ dia}$$

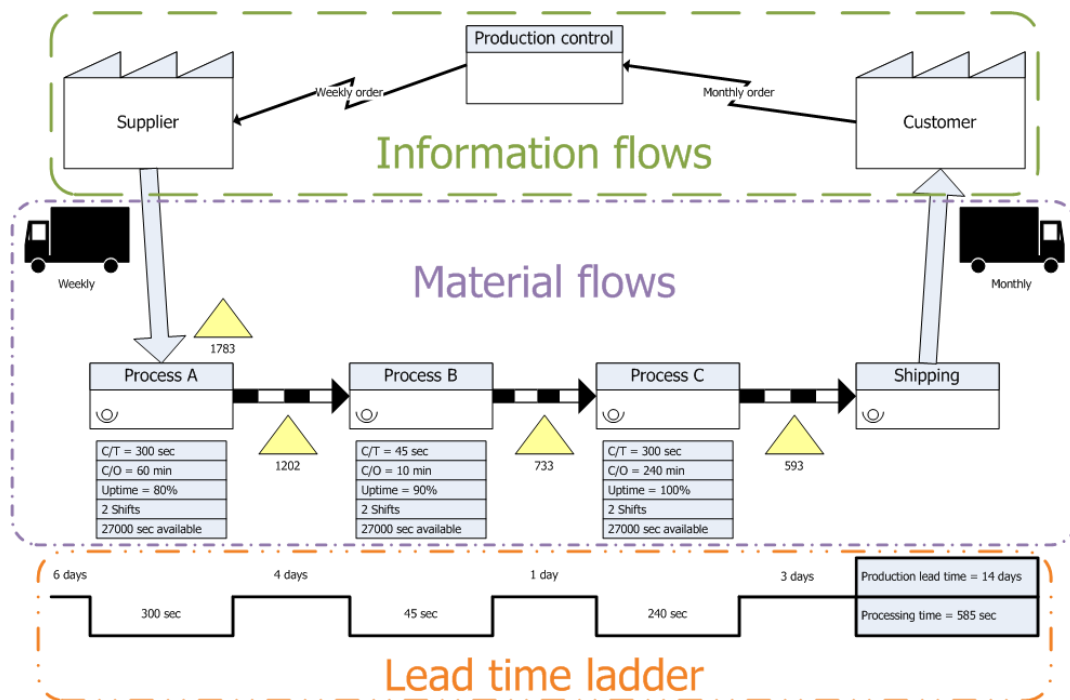
Quando se faz o dimensionamento da produção, deve-se ter em conta que a cadência do processo mais lento, será a cadência de produção e que, se se quiser aumentar esta cadência, terá de se agir primeiro sobre este processo.

Figura 3- A teoria DBR (Drum-Buffer-Rope), afirma que o processo mais lento (Drum) é aquele que limita a capacidade produtiva e define que os outros processos devem ser sincronizados com o mais lento. O processo mais lento nunca deve parar por falta de input logo, é armazenado inventário para alimentar esse processo, designado Buffer. Logo que o tamanho ideal do Buffer tenha sido determinado, as matérias-primas que alimentam o início do processo são colocadas no sistema produtivo ao ritmo de trabalho do processo mais lento (Drum). Esta limitação de outras partes do processo pelo processo mais lento designa-se Rope.



2- Uma outra etapa importante do LEAN é o design dos fluxos dos processos e a análise da cadeia de valor e dos desperdícios que nele existem. A ferramenta ‘Value Stream Mapping’ representa visualmente a situação atual e, analisa cada passo do ponto de vista do cliente, de modo a remover os desperdícios. Após isso, pode-se planear uma situação futura.

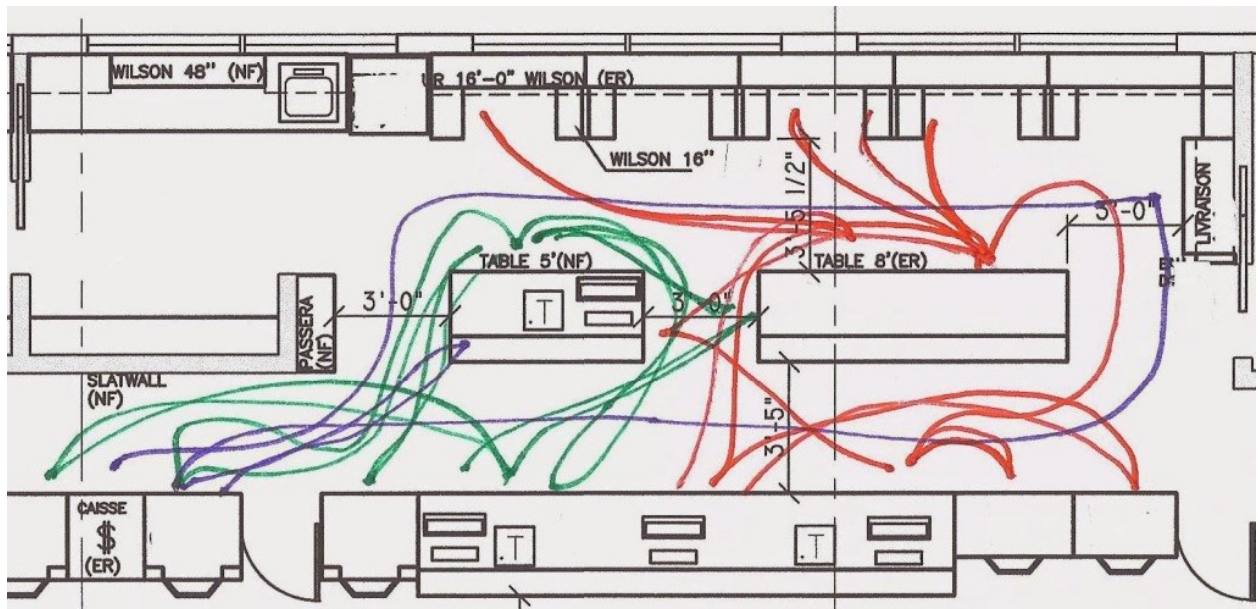
Figura 4- Exemplo de Value Stream Mapping (significado dos símbolos em "Anexos/Anexos Não Confidenciais /Outros/Símbolos Value Stream Mapping"). É a partir de informação sobre o cliente que se planeia a produção. O planeamento da produção vai condicionar as encomendas a fornecedores e a produção. C/T- Tempo de ciclo. C/O- Tempo de changeover. 27000- tempo de trabalho disponível/dia. Na linha do tempo da produção considera-se que, todo o tempo que não é processo, não acrescenta valor. O principal objetivo desta ferramenta é identificar oportunidades de reduzir o tempo de todo este processo mas, permite outros insights, como: pode-se determinar o tempo de ciclo de cada processo (ou máquina); é necessário equilibrar os tempos de ciclo para não ter um processo subaproveitado, por exemplo, comprando mais máquinas para os processos com tempos de ciclo maiores; tendo em conta os períodos de stock operacional e os tempos de ciclo, podemos perceber que quantidade de stock operacional de terá em cada fase do processo e, poder-se-à também dimensionar os espaços para supermercado; entre outros.



A ferramenta ‘Value Stream Mapping’ ajuda então a integrar melhor várias componentes do processo. Desenhado o processo, pode-se-o separar por partes, entre as quais, naquelas que acrescentam valor, nas que não acrescentam valor mas são necessárias e, nas que nem acrescentam valor nem são necessárias. Pode-se fazer então uma análise dos desperdícios em cada passo do processo, sendo aquelas que mais fazem demorar o processo prioritárias (ver tipos de desperdício na tabela 1 e, nos “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Outros/Registo de Desperdícios por Sector”). Uma ferramenta específica de análise de desperdícios – entre os quais, trabalhadores em espera, transporte desnecessário, movimentação desnecessária -, é o ‘diagrama de esparguete’. Esta ferramenta serve-se do Lay-Out do local de trabalho e,

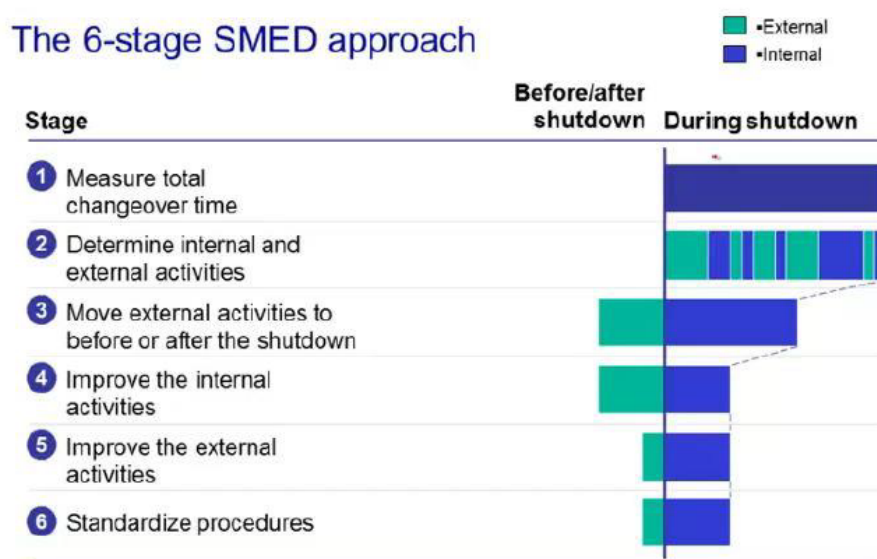
desenha o percurso de um trabalhador/objecto quando certa função é desempenhada. Isto permite identificar desperdícios, por exemplo, na movimentação e, permite repensar o modo de execução da função em análise, de modo a torná-la mais eficiente.

Figura 5- Exemplo de diagrama de esparguete.



SMED (Single Minute Exchange of Die) é outra ferramenta de eliminação de desperdícios, que tem como objetivo reduzir os tempos de setup para menos de 10 minutos [4]. Tempo de setup define-se como o tempo decorrido entre a produção de um artigo em boas condições e a produção de um artigo diferente em boas condições (usando a mesma linha de produção). Antes de se fazer uma análise SMED, é conveniente saber se se justifica ou não esta análise.

Figura 6- Fases de aplicação da metodologia SMED [5].



Na figura 6 encontramos as fases pelas quais passa o processo SMED, as quais estão divididas em:

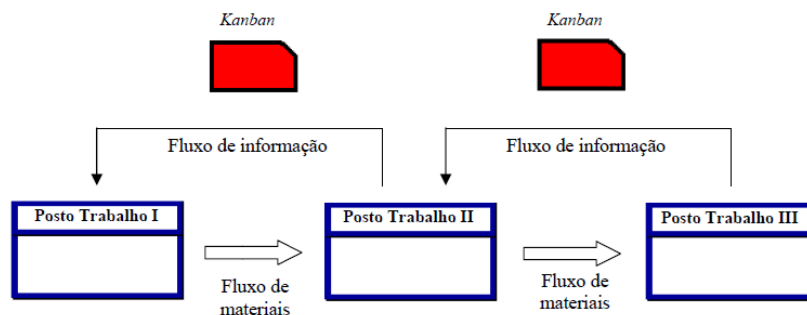
- 1- Medição do tempo de changeover e, registo detalhado dos mesmos procedimentos (por exemplo, com recurso a vídeo), inclusivé do lay-out onde são realizados e, fazendo uso do diagrama de esparguete. O objetivo é detalhar os procedimentos de changeover para depois se lhes encontrar desperdícios.
- 2- Identificar os desperdícios e classificar as atividades em internas e externas. Atividades internas são as realizadas com a máquina parada. Atividades externas são as realizadas com a máquina em funcionamento. O objetivo é que o máximo de tarefas de changeover sejam realizadas enquanto a máquina está a trabalhar.
- 3- Passar operações externas para antes ou depois de desligar. Converter operações internas em externas.
- 4- Reduzir o tempo das operações internas. Melhorar condições de transporte de ferramentas e outros materiais, entre outros.
- 5- Reduzir o tempo com as operações externas.
- 6- Estandardizar procedimentos.

3- O comando da produção requer um sistema de informação para que, o supervisor da produção a coordene. Como vimos, a filosofia LEAN defende um sistema Pull/Just-in-Time, ou seja, defende que a produção se reajuste rapidamente para responder à procura dos clientes, ao invés de produzir muito de um produto e armazená-lo à espera que surjam encomendas para ele. Isto não significa que se produza apenas após a receção de uma encomenda mas, a quantidade de stock será baixa. Para bem coordenar então a produção, pode-se usar o sistema Kanban. Este sistema funciona do seguinte modo:

- 1- A seguir/antes de cada passo do processo, existe inventário/supermercado de tamanho definido (conforme procura prevista), por exemplo, na forma de contentores.
- 2- À medida que produto final é enviado para o cliente, um kanban (cartão) é emitido no último processo, para produção do produto que foi levado pelo cliente. Um kanban é sempre ligado a um lote.
- 3- Nesse sentido, o último processo vai recolher produto do processo a montante para fabricar o produto final em falta.
- 4- Este processo a montante vai ver o seu inventário/supermercado reduzido, o que vai gerar um novo kanban (ordem de fabrico), para voltar a preencher o inventário/supermercado.

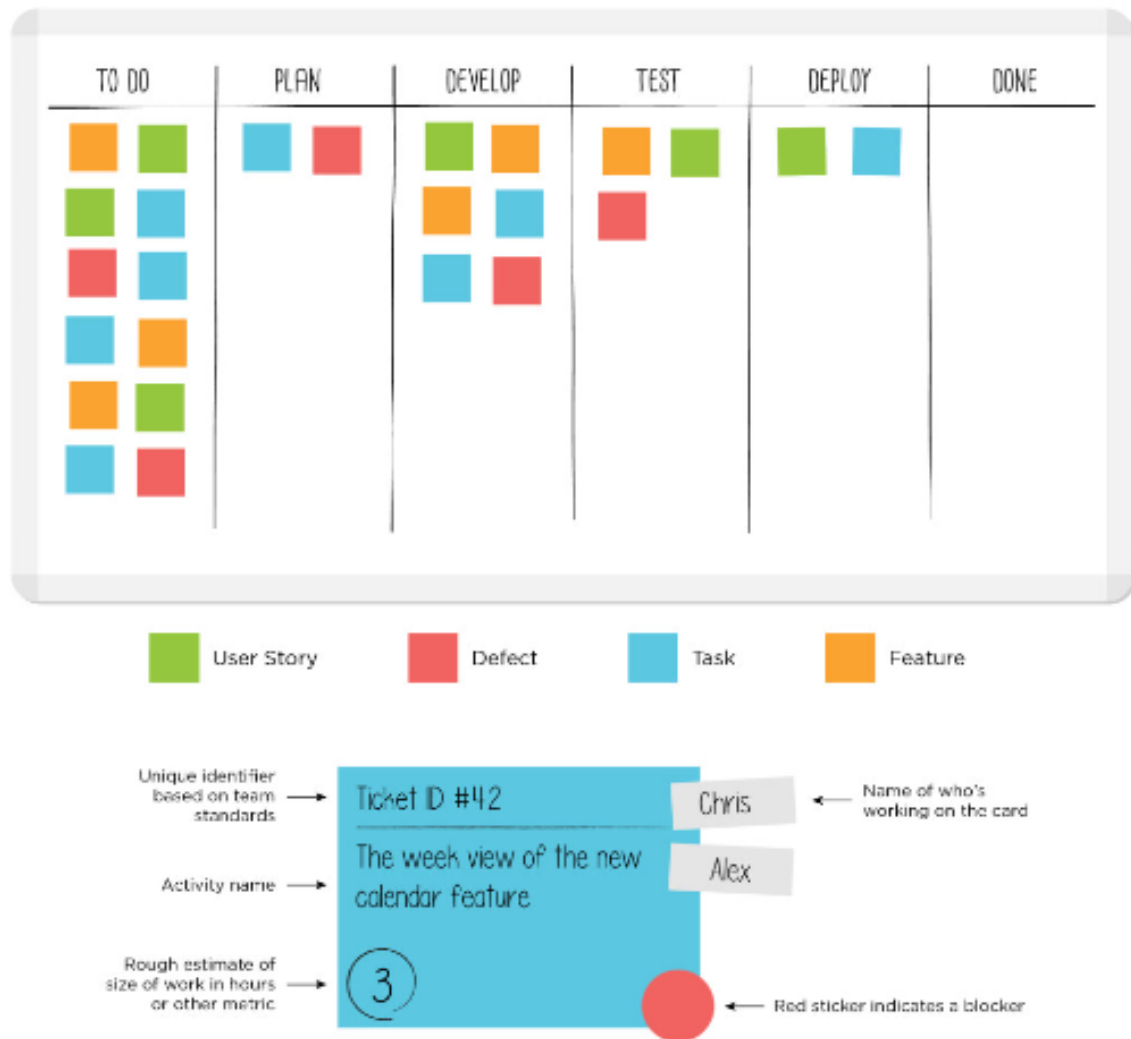
- 5- Esta sequência vai desde o cliente até ao próprio fornecedor, o que mantém uma sequência semelhante à figura 7.

Figura 7- Esquema do sistema Kanban.



Neste sistema, o chão está marcado e, identifica os espaços (por exemplo com contentores), a preencher a seguir a cada processo, com inventário. Se algum espaço está vazio, é necessário preenchê-lo. Uma vez que falte então inventário no processo posterior, um kanban segue para um quadro de kanbans para sinalizar a tarefa a realizar (ver figura 8). Não só este tipo de tarefa, como outras, podem ser sinalizadas por kanbans. O quadro de kanbans (seja físico ou eletrónico), ajuda a visualizar as tarefas, a fazer e, ao mesmo tempo, limita o trabalho em processo, evitando sobretrabalho. Permite também fazer uma avaliação da produtividade, entre outros indicadores.

Figura 8- Exemplo de quadro kanban. Estes quadros são variáveis, embora tenham sempre as tarefas planeadas (To Do), as tarefas em progresso (no caso, estão divididas em várias) e, as tarefas concluídas (Done). As cores dos post-its (notas), podem ter diferentes significados, o que pode ser definido de modo diferente. O modo de preencher os post-its pode incluir: identificação da tarefa, quem a deve realizar, o que realizar, tempo esperado para a conclusão da tarefa, entre outros.










A aplicação deste sistema requer uma análise do processo de uma fábrica, para saber se faz sentido aplicá-la a tal contexto. Depois, é necessário adaptá-la também ao contexto específico.

4- Outras ferramentas muito importantes do LEAN incluem as padronizadoras, entre as quais, o 6S e o Standard Work. A metodologia 6S, uma das mais poderosas do LEAN, tem como principal objetivo a organização do espaço de trabalho. Os 6S referem-se a: Separar (Triagem), Suprimir (Limpeza), Situar (Organizar), Segurança, Sistematizar (Padronizar) e Sustentar (Disciplina) [6]. A sua aplicação é, até certo ponto, sequencial.

- 1- Separar (Triagem)- Remover todos os itens desnecessários do espaço de trabalho; etiquetar os itens desnecessários como Red-Tag, identificá-los e transferi-los para zona de armazenagem, à espera de decisão sobre o que lhes fazer; identificar itens em falta no espaço de trabalho e decidir sobre a sua compra.
- 2- Suprimir (Limpeza)- Limpeza do espaço de trabalho para o deixar com melhor aspecto. Um ambiente limpo melhora a visibilidade, o que reduz tempos de procura, melhora a qualidade do trabalho e aumenta o tempo de vida dos equipamentos.
- 3- Situar (Organizar)- Organizar os itens necessários no espaço de trabalho, de modo a tornar o trabalho eficiente. Identificar cada item e o espaço que lhe é devido de modo a autoregular o espaço. A identificação dos espaços, para além de etiquetas designatórias do equipamento/material a guardar em cada sítio, pode-se fazer delimitando os espaços (ex: marcação do chão e paredes). Esta marcação, que deve ser eficiente, segue o código de cores apresentado na figura 16. A marcação deve também regular o espaço. Os passos 1 e 3 reduzem o tempo de procura de materiais e, possivelmente também o tempo de movimentação.

Figura 9- Código de cores para marcação do chão.

Color	Designation
Red 	Waste accumulation or storage area: Hazardous Flammable Combustible Special
Yellow 	Access Aisle (Do not block, must be clear between stripping at all times)
Green 	Material in process "Kanban" area
Blue 	Incoming material "receiving" area
White 	Outgoing material "shipping" set out area
Yellow / Black 	Nonhazardous waste accumulation
Red / White 	Rejected material area

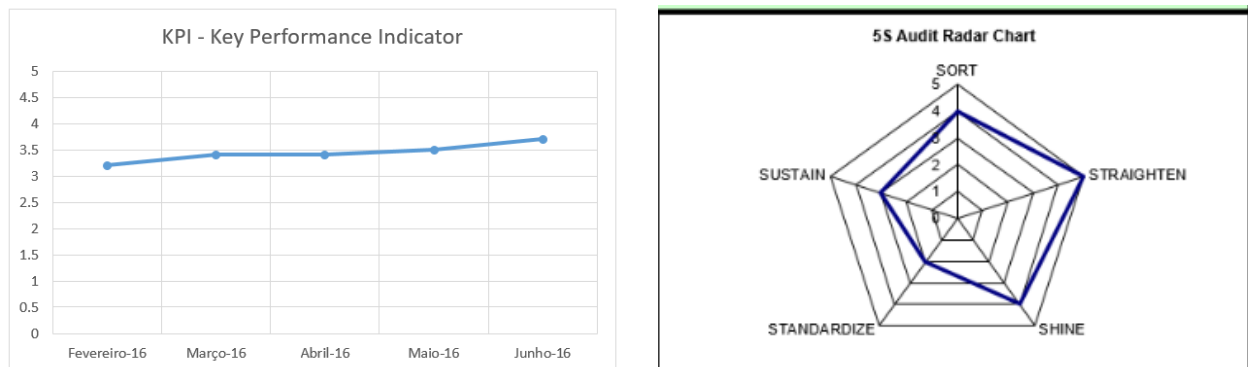
- 4- Segurança- Relaciona-se com a procura de estabelecer um posto de trabalho seguro, com avisos de perigo no local de trabalho, estações lava-olhos, primeiros socorros, chuveiros, extintores, entre outros.

- 5- Sistematizar (Padronizar)- Definir procedimentos normalizadores para desenvolver hábitos de trabalho corretos/eficientes. O Standard Work é uma das ferramentas de padronização. Esta ferramenta descreve em detalhe os procedimentos de trabalho, padronizando-os. Para ver um exemplo de Standard Work, ir às instruções de produção nos anexos da tese.
- 6- Sustentar (Disciplina)- Para sustentar o 6S são-lhe feitas auditorias, as quais verificam o cumprimento das normas estabelecidas, propõem melhorias e, criam comprometimento da parte dos trabalhadores de cada sector no sentido de melhoria da sua classificação obtida na auditoria.

No sentido de sustentar e melhorar o 6S, podem ser realizadas auditorias mensais a cada sector. Este é um trabalho de equipa. A pessoa que faz a auditoria verifica o processo em conjunto com o responsável LEAN do sector, identifica as falhas, propõe melhorias e, ao mesmo tempo, consciencializa os trabalhadores do sector da mentalidade LEAN. Com isto, são elaborados planos de ação para melhorar os tópicos considerados pelo 6S. As auditorias 6S geralmente têm a seguinte estrutura (ver exemplo em “Anexos/Anexos Confidenciais/Outros/Formulário auditoria”):

- 1- Existem formulários de auditoria diferentes para produção, laboratórios ou escritórios.
- 2- Existe uma checklist de pontos a verificar para cada um dos 6S (Separar, Situar, etc.).
- 3- Para cada ponto da checklist é atribuída uma pontuação de 0 a 5, sendo 5 correspondente à melhor pontuação e 0 correspondente ao maior número de falhas. Atribui-se então uma pontuação a cada item de avaliação e, no final são somadas as pontuações individuais, o que dá scores para cada S e um score total.
- 4- Obtém-se um gráfico com os scores de cada S e, um gráfico com o score médio total e, pode-se estabelecer um score que seja o objetivo a atingir.
- 5- Pode-se em seguida construir um gráfico KPI (Key Performance Indicator). Este gráfico poderia indicar a pontuação total mensal do 6S, de modo a perceber como tem sido a evolução da mesma ao longo do tempo.

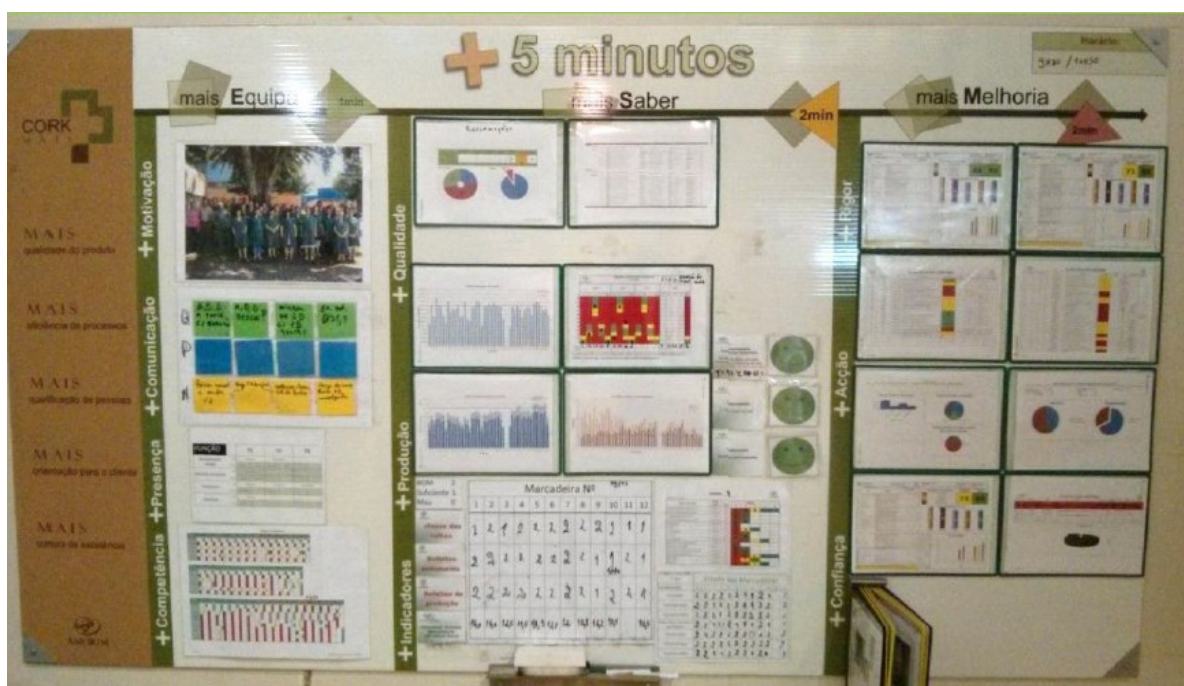
Figura 10- Gráfico de evolução da pontuação da auditoria (à esquerda) e, distribuição da pontuação mensal por S (à direita).



Após a realização das auditorias 6S, é atribuída uma pontuação a cada sector, a qual contribui para manter os trabalhadores motivados para continuar a melhorar.

5- A Gestão Visual e o Kaizen Diário são outras importantes ferramentas do LEAN. Gestão visual refere-se a métodos como gráficos, sinais, esquemas, entre outros, disponibilizados por exemplo num quadro, de modo a identificar rapidamente a informação necessária à execução do trabalho, ou outras informações. Um método útil de gestão visual é o quadro kaizen.

Figura 11- Exemplo de quadro de Kaizen diário da secção da moldação da Champcork [7].

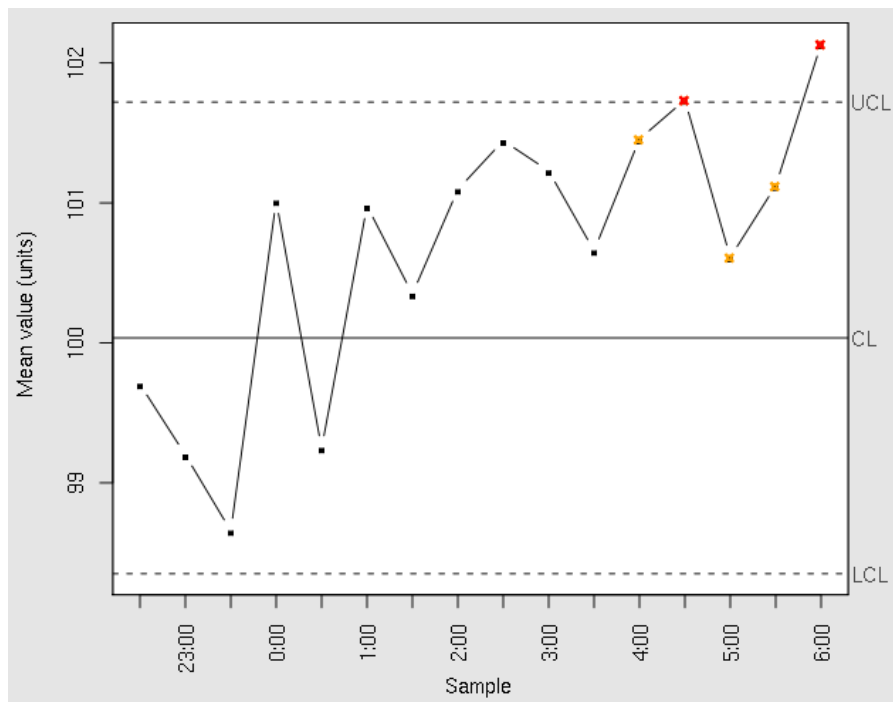


Um quadro kaizen contém vários tipos de informações [7]. No exemplo supracitado, na categoria “Mais Equipa”, encontramos as secções: Motivação, Comunicação (post-its com três cores, correspondentes a qualidade, produção e manutenção, os quais servem para transmitir problemas que estejam a ocorrer nestes sectores), Presença (registo de faltas e previsão de faltas, para prever substituições) e Competência (nível de conhecimento de cada colaborador para cada tarefa do sector). Na categoria “Mais Saber”, encontramos as secções: Qualidade (inclui índices de qualidade e reclamações abertas), Produção (valores da produção do dia anterior e valores da meta a atingir; sistema semáforo que correlaciona as especificações obtidas com as especificações alvo) e Indicadores (níveis de stock de material, o que permite avaliar a possibilidade de falhas de stock ou não). Na categoria “Mais Melhoria” encontramos as informações: Resultados 5S do mês, planos de ação e gráfico KPI, que informa sobre a evolução dos resultados 5S; indicadores que informam sobre a quantidade de granulado e de pó na caldeira (fonte de energia para a moldação), a qual permite saber qual a quantidade de corpos da moldação fabricáveis. Ou seja, nos quadros Kaizen são afixadas um conjunto de informações que ajudam a perceber melhor a situação de trabalho atual. É neste sentido que, diariamente são realizadas reuniões de cerca de 5 minutos, com os trabalhadores de cada sector/agrupamento de sectores, junto a este quadro. Estas reuniões servem para fazer uma revisão do trabalho previsto para o dia, comunicar situações ou propor melhorias, consciencializar os trabalhadores da filosofia LEAN, entre outros.

6- Relacionado ao Kaizen diário está o controlo estatístico da qualidade do processo, a análise de produtividade e a manutenção preventiva, informações que também podem ser deixadas no quadro Kaizen. O controlo estatístico da qualidade do processo pode-se fazer usando vários métodos, os quais devem ser ajustados ao que se pretende saber. Eis alguns exemplos [8]:

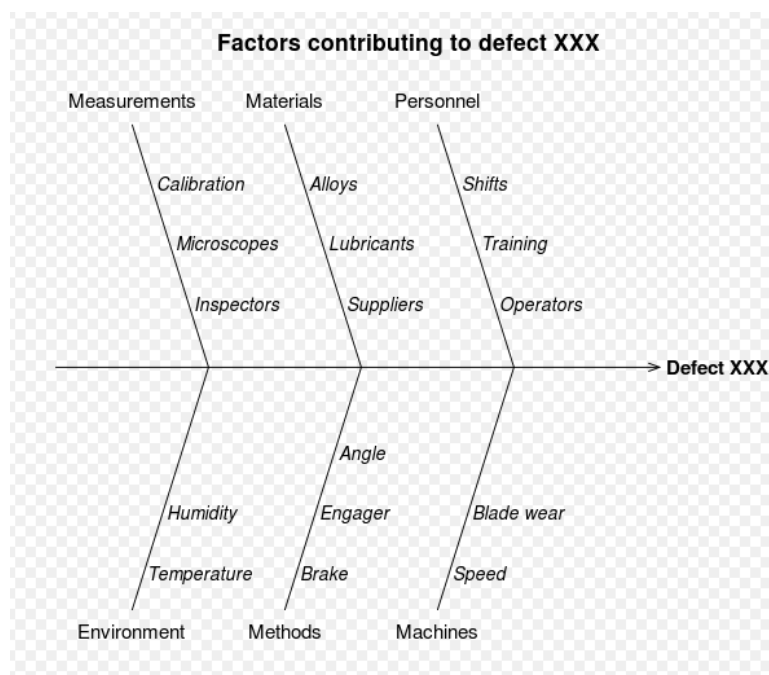
6.1- Construção de gráficos/cartas de controlo, os quais estabelecem limites superiores e inferiores a parâmetros de um processo, o que permite verificar ao longo do tempo, se esse parâmetro está ou não sob controlo. Caso não esteja, é necessário descobrir a causa e corrigir.

Figura 12- Carta de controlo de um parâmetro.



6.2- O diagrama de Ishikawa é um método para procurar a causa de um efeito indesejado. Quando há um efeito indesejado, aquele diagrama já tem identificadas uma lista de causas, o que ajuda a identificar e seleccionar as possíveis causas para um tal efeito.

Figura 13- Diagrama de Ishikawa.



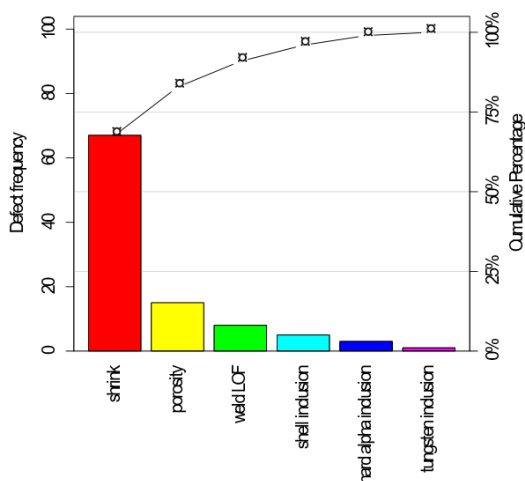
6.3- Um processo pode produzir vários defeitos. Para saber quais os mais importantes, pode-se determinar a sua frequência usando “Check Sheets” de defeitos. Com isto, pode-se verificar quais os tipos de defeitos mais frequentes, para depois se desenvolver uma estratégia para os eliminar.

Figura 14- Check-Sheet de Defeitos.

Motor Assembly Check Sheet							
Name of Data Recorder:	Lester B. Rapp						
Location:	Rochester, New York						
Data Collection Dates:	1/17 - 1/23						
Defect Types/ Event Occurrence	Dates						TOTAL
	Sunday	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	
Supplied parts rusted							20
Misaligned weld							5
Improper test procedure							0
Wrong part issued							3
Film on parts							0
Voids in casting							6
Incorrect dimensions							2
Adhesive failure							0
Masking insufficient							1
Spray failure							5
TOTAL		10	13	10	5	4	

6.4- Gráficos de Pareto, que contêm barras no eixo de x correspondente a defeitos, com a sua quantificação no eixo de y. Nestes gráficos, as barras devem ser ordenadas dos defeitos mais frequentes para os menos frequentes e, deve ser construída uma linha que representa a quantidade acumulada de defeitos. Com esta ordenação, obter-se-à uma linha côncava, e ordenar-se-ão os defeitos, dos mais frequentes para os menos frequentes.

Figura 15- Gráfico de Pareto.



6.5- Vários outros tipos de estudos relativos à produção podem ser feitos, por exemplo: usando histogramas, os quais agrupam classes de valores quantitativos de igual dimensão (ex: [0,5],]5,10]), para depois se lhes saber a frequência em y; análises quantitativas após estratificação da amostra (ex: classificação de uma amostragem total em grupos, para os analisar estatisticamente em separado); correlações estatísticas ou gráficos de distribuição de frequências, entre outros.

6.6- A análise da produtividade (quantidade de produto feito/unidade de tempo) de um processo/máquina pode também ser estudada ao longo do tempo e, correlacionada com factores considerados determinantes. Por exemplo, se se verificam quebras na produtividade de uma máquina, pode-se agendar uma manutenção.

Os vários métodos de controlo estatístico da produção, permitem controlar a qualidade da produção e manter a produtividade próxima do seu máximo.

7- A Ergonomia é um outro componente importante da filosofia LEAN, isto é, o trabalho também deve ser adaptado ao Homem. Nesse sentido, para a implementação da filosofia LEAN também se devem ter em conta os factores fisiológicos, psicológicos (cognitivos), sociais (organizacionais) e ambientais, associados ao bem-estar e rendimento do trabalhador. A tomada em conta destes parâmetros pretende não só evitar lesões ou tensão psicológica mas também aumentar o rendimento. Nesse sentido, os responsáveis LEAN devem ter consciência ergonómica.

Um bom exemplo de metodologia que considera o factor ergonómico é o Guia de Mital, Nicholson & Ayoub. Esta metodologia analisa postos de trabalho com movimentação manual de cargas [4]. Exemplos: elevar ou descer; empurrar; puxar; transportar; segurar em diversas posições; manipular objectos com posturas pouco comuns; manipular objectos a uma frequência elevada. Para saber como funciona o referido guia, é conveniente dar um exemplo.

- 1- Dividir o posto de trabalho em atividades individuais de manipulação. Fazer um esboço do espaço de trabalho com objectos e distâncias a percorrer. Registrar a duração de cada atividade de trabalho e a sua frequência.
- 2- Para cada atividade de movimentação determinar a sua cadência atual e a cadência recomendada. Por exemplo, vamos ver as fórmulas de cálculo para estes parâmetros quando se trata de elevar ou descer uma carga com as duas mãos.
- 3- Cadência atual ($\text{Kg} \cdot \text{m}/\text{min}$) = Peso atual (kg) x Frequência de movimentações (vezes/min) x Amplitude da elevação (metros).

Cadência recomendada (Kg*m/min)=Peso recomendado (Kg) x Frequência das movimentações (vezes/min) x Amplitude de elevação (metros) x multiplicador da duração x multiplicador para limitações à postura de pé x multiplicador para elevações assimétricas (ângulo de rotação da carga) x multiplicador para elevações assimétricas (deslocação lateral do centro de gravidade da carga) x multiplicador para qualidade da pega x multiplicador para espaço disponível x multiplicador para stress térmico (para conhecer o valor destes multiplicadores e o peso recomendado consultar, Anexos da Tese/Outros/Determinação Cadência recomendada para Elevação de Carga).

- 4- O cálculo “Cadência de trabalho atual/Cadência de trabalho recomendada” informa-nos sobre o risco de desenvolvimento de lombalgias. O resultado deste cálculo (R), deve ser inferior a 1, caso contrário a tarefa deve ser redesenhada.

Um outro bom exemplo de ergonomia aplicada ao LEAN refere-se à avaliação de um posto de trabalho sentado. Pede-se a todos aqueles que têm um posto de trabalho sentado que, preencham uma checklist (ver tabela 2), a qual nos informa sobre a correção das suas posturas e movimentos do ponto de vista ergonómico. Conforme os resultados, o trabalhador é alertado de modo diferente para alteração das suas posturas ou movimentos.

8- Uma outra ferramenta LEAN muito importante, mais de uso interno na Cork Supply, designa-se Master Quality Plan (MQP). O MQP tem como principais objetivos, controlar os principais factores que têm efeito na qualidade do produto e, evitar/diminuir o tempo de falhas na produção por mal funcionamento dos factores que permitem a produção. De um modo geral, a construção do MQP passa pelas seguintes fases:

- 1- Construção completa do fluxograma do processo de produção.
- 2- Identificação dos inputs e outputs de cada passo do processo. Input é tudo aquilo que é necessário para o processo funcionar e, que pode afectar a qualidade do produto. Output é tudo aquilo que sai do processo.
- 3- Construção da Matriz Causa/Efeito & Classificação de Defeitos. Nesta fase, preenche-se a matriz causa/efeito com os inputs e outputs identificados para cada passo do processo (ver “Anexos/Anexos Confidenciais/LEAN CSP4/MQP-CSP4”). Primeiro, constrói-se uma matriz para cada passo do processo e adicionam-se-lhe os inputs e outputs para ele identificados (ver exemplo da lavagem no documento atrás referido). Os inputs de cada passo do processo, estão

relacionados com os outputs. Nesse sentido, atribui-se uma pontuação com os valores 1, 3 ou 9, conforme a força da relação de causalidade entre cada input e output (1,3,9, ordem crescente de força de causalidade). De seguida, atribui-se uma pontuação de 1-10 à importância de cada output na perspectiva do cliente (1-10, ordem crescente de importância; cliente só se importa com outputs). Dada esta informação à matriz causa/efeito, esta determina quais os inputs mais importantes de controlar. O modo de determinação da importância de cada input é relativamente simples de calcular:

$$\sum (Força\ de\ correlação\ entre\ input\ e\ output \\ \times\ importância\ atribuída\ pelo\ cliente\ ao\ output)$$

Com esta determinação para cada input, ficamos a saber quais os inputs mais importantes a controlar, podendo-os ordenar por ordem de importância. Após isso, podemos seleccionar, conforme as possibilidades, um número de inputs a analisar/controlar.

- 4- O passo seguinte, refere-se à listagem de parâmetros de qualidade, identificação de pontos de melhoria e eventos Kaizen.
- 5- Construção do plano: Método corrente de controlo – o quê, quem, quando e plano de reacção.

Pelo facto de não ter acompanhado a aplicação dos passos 4 e 5 do MQP, não os posso desenvolver, apenas poderia fazer suposições (mais ou menos acertadas) relativamente à prática a adoptar.

Tabela 2 - Checklist de avaliação postural, da cadeira e da bancada de trabalho de quem tem um posto de trabalho sentado.

A) Avaliação postural	Sim	Não
1. Verifica-se a flexão do tronco?		
2. Verifica-se a flexão do pescoço/cabeça?		
3. Verifica-se a rotação do pescoço/cabeça?		
4. Verifica-se a elevação dos ombros?		
5. Verifica-se a flexão dos ombros?		
6. Verifica-se que existe abdução dos ombros?		
7. Verifica-se que o ângulo do cotovelo está compreendido entre 90° e 100°?		
8. Verifica-se que a zona lombar está apoiada?		
9. Verifica-se que o ângulo entre as coxas e as pernas é aproximadamente 90°?		
10. Verifica-se esmagamento da parte superior das coxas contra a parte inferior da bancada de trabalho?		
11. Verifica-se que os pés estão bem apoiados no chão ou nos apoios existentes?		
B) CADEIRA		
12. Verifica-se a cadeira é estável?		
13. Verifica-se que os mecanismos de ajuste da cadeira são fáceis de usar?		
14. Verifica-se que a altura do assento acomoda a altura poplíteia das operadoras?		
15. Verifica-se que o encosto tem uma curvatura para acomodar as costas?		
16. Verifica-se que o assento é almofadado?		
17. Verifica-se que as arestas do assento são vivas?		
C) BANCADA DE TRABALHO		
18. Verifica-se que a largura da bancada é compatível com o alcance dos		
19. Verifica-se que as arestas da bancada são vivas?		
20. Verifica-se que a velocidade de trabalho é compatível com a velocidade do tapete rolante?		

**2. QUESTÕES TÉCNICAS NA INDÚSTRIA
ROLHEIRA E, PROCESSOS DE PRODUÇÃO
E CONTROLO DE QUALIDADE NA CORK
SUPPLY PORTUGAL**

2.1 Alguns Questões Técnicas da Indústria Rolheira

2.1.1 Avaliação da Qualidade da Cortiça

Em data anterior à extração da cortiça é avaliado o valor industrial da mesma. Para esta avaliação, de um modo geral, numa exploração, extraem-se 100 calas de cortiça de pelo menos 20x20cm, de forma representativa [9]. A qualidade da cortiça é avaliada com base em dois parâmetros principais: calibre (espessura da barriga à costa) e homogeneidade da massa relativamente a descontinuidades ou tecidos estranhos. No que se refere ao calibre, este é medido em mm ou em linhas (2,256mm). Como uma grande parte das rolhas produzidas tem um diâmetro de 24mm, pranchas com calibre igual ou superior a Meia-Marca (27mm ou 12 linhas de espessura), terão condições para a produção de rolhas. A delgada deve ir para granular ou para discos.

Tabela 3- Nome atribuído às pranchas com diferentes espessuras e seu tipo [9].

Nome	Espessura (mm)	Espessura (linhas)	Tipo de Cortiça
Delgadinha	14 a 18	6 a 8	Delgada
Delgadinha	18 a 22	8 a 10	
Delgada	22 a 27	10 a 12	
Meia-marca	27 a 32	12 a 14	Rolhável
Marca	32 a 40	14 a 18	
Grossa	> 40	> 18	

Figura 16- Pranchas de cortiça de diferentes espessuras (em linhas) e pé de linhas [9].



No que se refere à homogeneidade da massa, verifica-se o aspecto do miolo, da costa e da barriga. Com base nesse aspecto (com implicações funcionais na rolha e na sua extração), definiram-se 4 classes de qualidade, as quais se aproximam do rendimento de transformação industrial, sendo elas: Boa (pranchas de 1ª, 2ª e 3ª qualidades), Média (4ª e 5ª qualidades), Fraca (6ª qualidade) e Refugo [9]. De um modo geral, essa definição de classe com base no aspecto da cortiça baseia-se em características e defeitos como: porosidade (número, dimensão e irregularidade), regularidade do miolo, costa (enguiado e rachado desvaloriza) e barriga, raspa do miolo e prego da barriga (mais detalhes ver “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Qualidade Visual”). De um modo geral, com base no calibre e na homogeneidade da cortiça, é então possível determinar o seu destino (ver tabela 4) e rendimento (ver figura 18 para rolhas), o qual está relacionado com o valor comercial da mesma.

Tabela 4- Destino da cortiça em função do calibre e qualidade [9].

Calibre \ Qualidades	1. ^a	2. ^a	3. ^a	4. ^a	5. ^a	6. ^a	Ref. ^a
Delgadinha 6 a 8 linhas	Discos para rolhas “1+1” e espumante			GRANULADOS			G R A N U L A D O S
Delgadinha 8 a 10 linhas	Discos para rolhas “1+1” e espumante						
Delgada 10 a 12 linhas							
Meia - Marca 12 a 14 linhas	Rolhas de cortiça natural						
Marca 14 a 18 linhas							
Grossa >18 linhas							

Figura 17- Balanços mássicos do aproveitamento da cortiça [10].

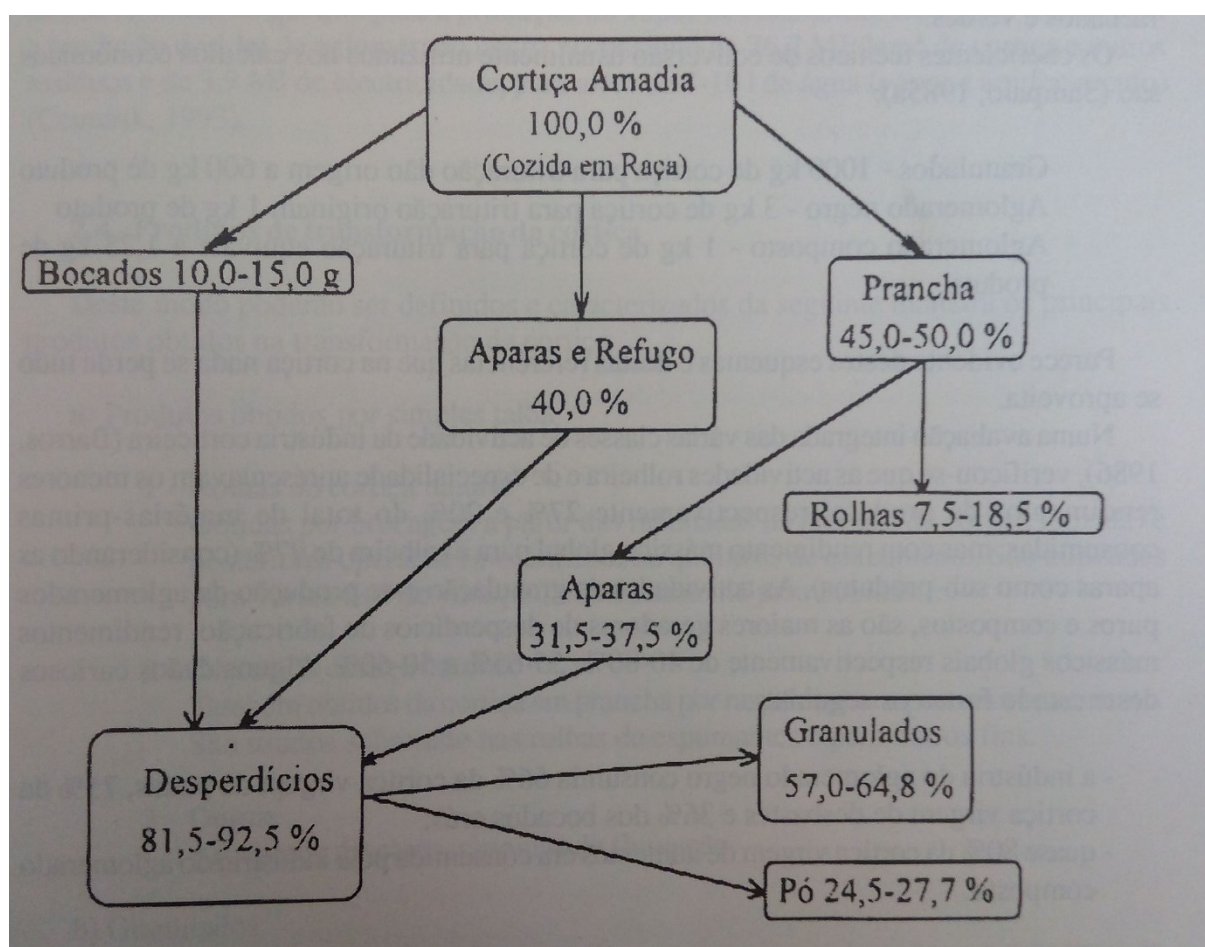
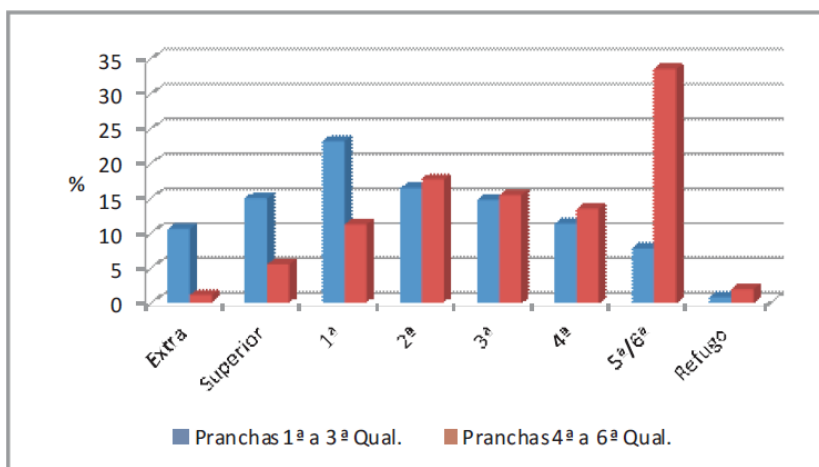


Figura 18- Rendimento de pranchas de cortiça de qualidade 1º a 3º e de qualidade 4º a 6º em % de classes de rolhas/refugo [9].



Depois de se acordarem os valores comerciais das classes de cortiça ou, se for o caso, dos tipos de cortiça (amadia, virgem, refugo) e, depois de obtidas as avaliações da qualidade, é necessário determinar a quantidade de cortiça a vender. Tradicionalmente isto era feito por cubicagem da pilha, ou seja, a quantidade era determinada 20 dias depois da extração (período após o qual se considerava que a cortiça tinha a sua humidade estabilizada) pela seguinte fórmula:

Comprimento (m) × Largura (m) × Altura (m) × Fator de cubicagem. O factor de cubicagem ronda as 6-7 @s/m³, ou seja, refere-se ao peso por m³. Atualmente usam-se básculas para determinar o peso e o problema prende-se com a humidade. Sabe-se que a humidade varia ao longo do tempo e que dá peso à cortiça. Fiando-se numa curva de secagem estabelecida ou determinando a humidade de amostras em estufa a 103°C, é determinada a humidade da cortiça, de modo a evitar que se esteja a pagar por água ou a não receber por se supor que parte do peso é água [9].




2.1.2 Os tipos de rolhas de cortiça

Existem diferentes rolhas de cortiça, as quais têm diferentes características, usos, preços, entre outros. De um modo geral se podem classificar as rolhas de cortiça em 8 tipos [11]:

- **Rolha natural**- extraídas da cortiça numa só peça cilíndrica ou cónica. São rolhas que podem proporcionar um estágio em garrafa mais prolongado e que geralmente assumem os calibres: 54x24, 49x24, 45x24, 38x24, 38x22 e 33x21. São geralmente classificadas nas classes: Flor, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º e 5º. Têm densidades que rondam os 160 kg/m³, a sua humidade é controlada entre os 4-9% para diminuir risco microbiano e são sujeitas a tratamento de superfície com parafina e silicone para aumentar a sua impermeabilização e lubrificação. Nas rolhas naturais a qualidade visual é mais importante que em quaisquer outras rolhas.
- **Rolhas naturais multipeça**– semelhantes às naturais só que são formadas por 2 ou mais peças de cortiça natural coladas. Geralmente são feitas a partir de pranchas de cortiça delgada.
- **Rolhas naturais colmatadas**- rolhas naturais cujos poros foram preenchidos com pó de cortiça. Esse pó foi misturado com cola à base de resina para se fixar ao corpo da rolha natural. Geralmente se colmatam rolhas naturais de classes mais fracas para melhorar o seu aspecto e performance.



➤ **Rolhas twin-top ou 1+1** – são rolhas cujo corpo é constituído por aglomerado de cortiça de diferentes granulometrias e que em cada topo têm um disco de cortiça natural (o corpo das rolhas técnicas é obtido ou por extrusão ou moldação). Estes discos geralmente são classificados nas classes A, B, C e D, assim como estas rolhas. Os calibres mais comuns para estas rolhas são o 44x23,5 e o 40/39x23,5. Como as rolhas técnicas são mais densas (bastões de granulado têm densidades semelhantes a 245-305 kg/m³) que as rolhas naturais (160 kg/m³), o seu diâmetro pode ser menor para um mesmo gargalo, isto porque a força centrífuga da rolha de cortiça aumenta com a densidade. Estas rolhas são direccionadas para vinhos a ser consumidos em 2-3 anos.

- **Rolhas de champanhe-** geralmente são rolhas com corpo aglomerado, 1 ou 2 discos num dos topos (0+1 ou 0+2, respetivamente) e um chanfro no outro. A espessura de cada disco não pode ser inferior a 4mm e a altura do conjunto dos discos deve situar-se entre 10 e 13mm. São usadas para vinhos espumantes, tendo maiores diâmetros para suportarem maiores pressões. Os discos destas rolhas, assim com as próprias rolhas são classificados nas classes Extra, Superior, 1º, 2º, 3º e 4. Têm geralmente os seguintes calibres: 48x31mm; 48x30mm; 47x29.5mm. 
- **Rolhas aglomeradas-** toda a rolha é aglomerado de cortiça de granulometria 2/4, 3/7 ou 4/8mm. Geralmente têm um chanfro em cada topo. A classificação destas rolhas varia com a granulometria e peso específico/densidade. Têm uma duração máxima de 2 anos, sendo usadas para vinhos mais baratos. Os calibres mais comuns incluem: 44x23,5, 38x23,5 e 33x23,5mm. 
- **Rolhas microaglomeradas-** semelhantes às rolhas aglomeradas, no entanto, são feitas com cortiça de granulometria 0,5/1 ou 1/2mm e têm calibres de 49x23,5, 45/44x23,5 ou 38x23,5mm.
- **Rolhas capsuladas-** rolhas de cortiça com cápsula no topo (feita de madeira, PVC, porcelana, metal, vidro ou outro material). São geralmente usadas em vinhos licorosos, prontos a ser consumidos (vinho do Porto, Moscatel, Whisky, Vodka ou Cognac). De calibres menores. 

A CSP produz principalmente rolhas de cortiça natural e rolhas capsuladas, embora compre ou peça prestação de serviços a outras empresas para obter e poder vender outro tipo de rolhas. Como se viu, a nova unidade fabril da CSP, que está em desenvolvimento, está a centrar a sua produção em rolhas técnicas (aglomerada, micro, 1+1 e champanhe). A produção de cada tipo de rolha segue processos com diferenças.

Tabela 5- Recomendações de rolhas para uso em diferentes vinhos.

Tipo de Vinho	Tempo Estimado em Garrafa	Rolha Recomendada	
		Tipo	Qualidade Visual
Topo de Gama	Longa Guarda	Natural	Flôr, Extra, Superior
Gama Média	Até 5 anos	Natural	1º, 2º, 3º
Gama Comercial	Até 2 anos	1+1	A e B
Gama Económica	Rotação Rápida	1+1	C e D

Exemplos de comprimentos mais comuns para diferentes vinhos e garrafas incluem: vinhos de rotação rápida (0,5L – 33mm; 1L- 38mm); vinhos de marca (3,75dL – 38mm; 7,5dL 45mm); vinhos de qualidade (7,5dL – 50mm); champanhe (47mm) [10]. Ou seja, melhor a qualidade, maior o comprimento.

2.1.3 A rolha de cortiça e a sua relação com garrafa e vinho

A indústria vinícola absorve 71% do valor das exportações da indústria corticeira. Além disso, os produtos centrais do Cork Supply Group são rolhas. É importante saber qual a relação da rolha com a garrafa e vinho, o que ainda justifica o seu uso pela indústria vinícola e o direccionamento de diferentes rolhas de cortiça para diferentes vinhos. A rolha de cortiça deve ser pensada com base em vários fatores, entre os quais: ser fácil de inserir no gargalo e relativamente fácil de remover; ser totalmente inerte em relação ao vinho (microbiológica, química e sensorialmente); ter baixo custo; ser reutilizável; longevidade; impermeabilidade; manter um headspace adequado; vedação [12].

Sobre a questão da força de inserção/extração da rolha, importa referir que o elevado coeficiente de fricção da cortiça, a sua elasticidade e a razão diâmetro rolha/diâmetro gargalo estão associados a uma boa adesão ao gargalo. O tratamento de superfície com parafina ajuda a rolha a tornar-se mais impermeável a líquidos/gases e o silicone em diferentes quantidades permite ajustar a força de inserção/extração no gargalo. A questão da inocuidade da rolha de cortiça (resíduos) também é trabalhada com o mesmo tratamento de superfície e, com despoeiramento. A insipidez da cortiça faz-se mediante controlo de qualidade e durante o processo, na cozedura e desinfeção.

A vedação é o principal objetivo da rolha de cortiça. Para uma boa vedação é mais importante o diâmetro que o comprimento da rolha. Para rolhas naturais, o ideal é usar uma rolha 6-8mm superior ao diâmetro menor do gargalo. No caso das rolhas técnicas esse

intervalo situa-se entre os 5-7mm por serem mais densas. Para vinhos com pressões iguais ou superiores a 1bar (por terem mais gás), opta-se por rolhas com diâmetro 8mm superior ao menor diâmetro do gargalo. O diâmetro do gargalo nunca pode ser mais de 33% inferior ao do diâmetro da rolha de cortiça, caso contrário a estrutura celular é danificada, perdendo elasticidade [11]. Relativamente ao comprimento, geralmente se escolhem rolhas mais compridas para vinhos que vão estagiar/envelhecer durante mais tempo. Seleccionam-se também comprimentos em função do tamanho das câmaras de expansão da garrafa, devendo haver uma distância de 15mm entre a rolha e o vinho para que a vedação resista a alguma alteração de temperatura/pressão (também aqui, para espumantes, as câmaras de expansão devem ser maiores; ~30mm). Durante o engarrafamento deve-se garantir um bom alinhamento do pistão, uma boa centragem da garrafa (para evitar deformações das rolhas), níveis de enchimento corretos, interior dos gargalos limpos e secos, compressão adequada, entre outros. Além disso, ao engarrafar, a rolha deve ficar 2mm abaixo do topo do gargalo. Após o engarrafamento, a rolha demora 5-10 minutos a ajustar-se ao gargalo e cerca de 1 hora para ficar uniforme, pelo que se recomenda que após engarrafamento se coloquem as garrafas em posição vertical, pelo menos 1 hora (caso contrário, a rolha vai absorver vinho, o que vai aumentar a humidade e volume da rolha; embora o volume da rolha aumente a pressão da vedação, o aumento da humidade da rolha sobrepõe o seu efeito de abaixamento da pressão de vedação ao efeito anterior, o que faz com que a absorção de vinho, no final, diminua a pressão de vedação). Não é conveniente alterar muito a temperatura do vinho, para não haver mudanças de pressão. É ainda suposto haver escape de gás pela interface vidro/rolha, até se atingir um equilíbrio.

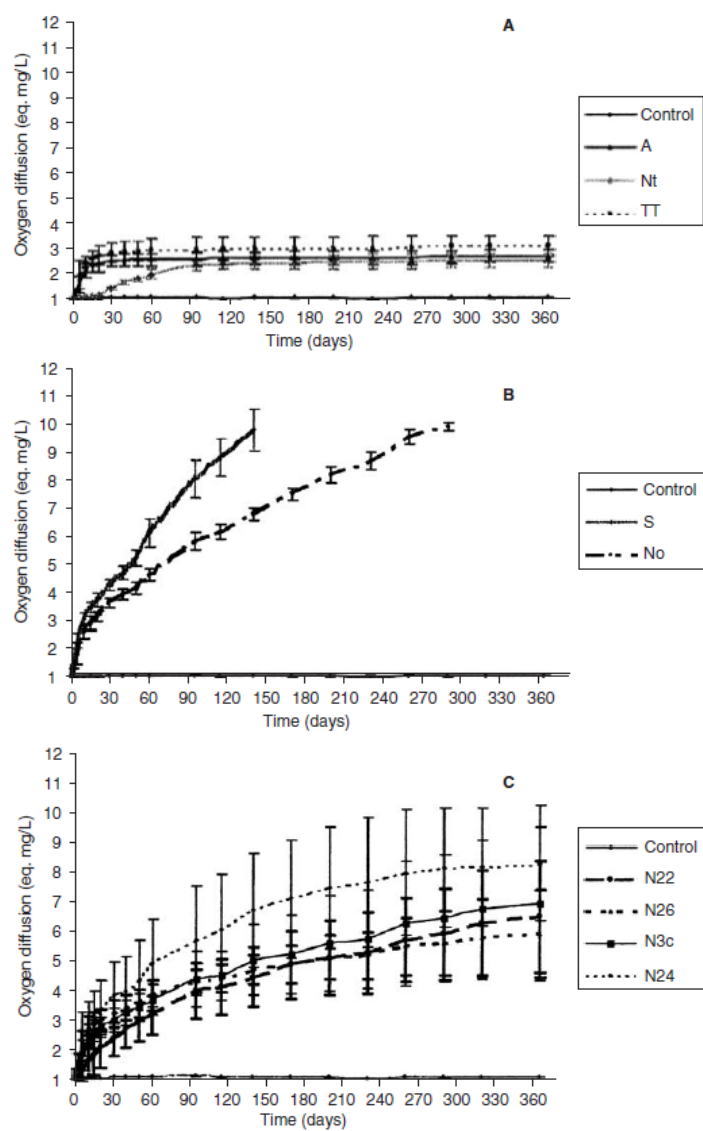
Figura 19- Engarrafamento de rolha (à esquerda) e forças que se exercem e a que está sujeita após engarrafamento (à direita). À direita, setas horizontais representam pressão de vedação e, setas diagonais representam pressão interna.



Com o advento de outros vedantes, os sintéticos ou os de alumínio, poder-se-ia pensar que a rolha de cortiça iria baixar drasticamente a sua quota de mercado. Para além de a rolha

de cortiça ser reciclável, de ter menor pegada ecológica e de ser habitual/estética nos vinhos, deverão existir outros fatores que fazem com que esta continue a ser o principal vedante do mercado vinícola [11]. Apesar do que foi já dito, um dos factores mais importantes para a distinção da rolha de cortiça de outros vedantes tem que ver o envelhecimento/grau de oxidação que esta pode proporcionar ao vinho. Durante o envelhecimento do vinho este tende a: perder aroma frutado; ficar mais acastanhado; baixar acidez e doçura; baixar adstringência e amargor, entre outros. Este envelhecimento é considerado benéfico logo que a oxidação não seja excessiva. Os vinhos brancos e rosés têm menos compostos antioxidantes na sua constituição, sendo mais rapidamente oxidados que os vinhos tintos (os quais têm mais polifenóis e outros antioxidantes). Para a oxidação do vinho contribuem factores como: pH alto, oxigénio, maiores concentrações de cobre e ferro (catalisadores de oxidação), maior temperatura e exposição à luz. Ao mesmo tempo, moléculas redutoras podem ser adicionadas ao vinho para travar este processo: dióxido de enxofre e ascorbato são os mais comuns. Se este processo não for travado, formam-se compostos como o acetaldeído, furfural ou hexanal, os quais mascaram os aromas naturais do vinho. Então, para controlar o envelhecimento do vinho, o controlo dos níveis de oxigénio parece ser importante. Para se ter uma noção, 80mg/L de oxigénio são suficientes para a degradação de vinho branco e 800mg/L de oxigénio são suficientes para a degradação de vinho tinto. Os “tampões” dióxido de enxofre e ascorbato são úteis para controlar este processo, assim como o vedante usado. Os vedantes sintéticos deixam passar importantes quantidades de oxigénio, o que leva a uma oxidação precoce do vinho (usam-se para vinhos de consumo rápido, 2 anos de preservação no máximo). As cápsulas de rosca não deixam entrar oxigénio, o que impede o envelhecimento do vinho, o que leva à produção de aromas desagradáveis. As rolhas técnicas de cortiça permitem uma pequena entrada de oxigénio no primeiro mês, período após o qual esta se torna negligenciável. As rolhas de cortiça natural permitem uma maior entrada de oxigénio nos primeiros meses, tornando-se esta negligenciável ao fim de um ano de engarrafamento. Esta questão torna a rolha de cortiça natural o vedante que permite o melhor envelhecimento do vinho, formando o melhor bouquet. A rolha de cortiça (no geral), tem também a vantagem de se ajustar ao gargalo, caso haja uma contração ou relaxamento do mesmo, por exemplo, com a temperatura.

Figura 20- Cinética de difusão de oxigénio em diferentes vedantes: (A) Rolhas técnicas de cortiça; (B)- Vedantes sintéticos; (C)- Rolhas de cortiça naturais. N22- 1ª classe diâmetro 22mm; N3c- 3ºColm. [13].



2.2 Os processos de produção

2.2.1 Certificações relacionadas à produção

O processo de produção da Cork Supply Portugal está certificado pelo “Código Internacional das Práticas Rolheiras” e, para algumas rolhas, está também certificado pelo “Forest Stewardship Council”.

A CSP produz algumas rolhas de cortiça natural certificadas pelo Forest Stewardship Council (FSC). O FSC é uma organização sem fins lucrativos que desenvolveu um sistema de certificação florestal que tem o objetivo de garantir que a gestão florestal é sustentável e responsável. Rolhas certificadas pelo FSC provêm de cortiça extraída de montados certificados pelo sistema de certificação florestal do FSC. Apesar desta certificação, a procura de rolhas certificadas pelo FSC é superior à oferta pelo que, é necessário aumentar a quantidade de montado certificado [14].

O processo de produção de rolhas de cortiça da CSP tem em conta o Código Internacional das Práticas Rolheiras (CIPR). Nos finais da década de 1980, inícios da década de 1990, a indústria rolheira viu surgirem vedantes alternativos e viu aumentarem as reclamações por desvios sensoriais nos vinhos, as quais eram decorrentes do contacto daqueles com a cortiça. Assim, em 1992, a Confederação Europeia da Cortiça (CELiège), com o objetivo de manter a confiança na indústria rolheira, desenvolveu o CIPR. O CIPR descreve com algum detalhe as boas práticas que deve seguir a indústria rolheira. O CELiège criou também um sistema de garantia da qualidade na indústria rolheira, o SYSTECODE. O SYSTECODE garante que a empresa por ele certificada, tem práticas condizentes com o CIPR. Uma empresa pode ser SYSTECODE “BASE”, “PREMIUM” ou “EXCELÊNCIA”, consoante respeite mais ou menos regras do CIPR [15]. A empresa responsável por estas auditorias anuais às indústrias rolheiras é a “Bureau Veritas”. A empresa certifica a aplicação de outras normas, entre as quais a ISO 22000 (Qualidade e Segurança Alimentar) e a ISO 14000 (Gestão Ambiental).

2.2.2 Processo de produção de rolhas naturais na CSP

Preparação – CSP3- Montijo

Descortiçamento- extração manual da cortiça [50] [51].

Recepção de Matéria-Prima- pranchas de cortiça recolhidas do montado Português e Espanhol. Assegurar a rastreabilidade da cortiça e a segregação dos calços (parte da cortiça formada na base do tronco), da cortiça com mancha amarela (desenvolve-se na costa da cortiça), da cortiça queimada e das cortiças com outros defeitos, que não são aptas para a fabricação de rolhas/discos.

Empilhamento- pranchas de cortiça são colocadas ao ar livre, sem contacto directo com o solo, sobre materiais que não contaminem a cortiça (como a madeira), durante um período não inferior a 6 meses, em lugar arejado. A pilha não deve estar em contacto directo com a água, pelo que também deve ser colocada em espaço inclinado. As pranchas de pior qualidade e refugos ficam em baixo e, nos andares superiores, colocam-se melhores qualidades, dispostos costas com costas e barrigas com barrigas. O objetivo deste empilhamento é: reduzir humidade, permitir eliminação da seiva (a qual poderia transmitir gostos às bebidas engarrafadas), promover oxidação dos polifenóis e estabilizar a textura da cortiça.

Cozedura- introdução da cortiça em água limpa e a ferver (próximo dos 100°C) durante cerca de uma hora para: desinfetar a cortiça, extrair substâncias hidrossolúveis (polifenóis e sais minerais), aumentar espessura e volume e tornar sua estrutura mais regular (antes da cozedura as células estão expandidas de forma irregular; durante a cozedura as células expandem, tornando a sua estrutura mais regular e aumentando o volume da cortiça em 20%), aumentar compacidade por fecho dos poros, aplanar as pranchas e, melhorar maleabilidade e elasticidade. Antes da cozedura, toda a cortiça com verde é removida. A água da caldeira, após várias cozeduras, ultrapassa os limites legais em vários parâmetros, pelo que deve ser seguidamente tratada.

Estabilização- com duração mínima de 2-3 semanas, com as pranchas com as costas viradas para cima, em local ventilado com humidade relativa inferior a 70%; para aplanar pranchas de cortiça, estabilização dimensional e redução da humidade (8-16%). Isto permitirá o traçamento. Durante este período, as pranchas ficam cobertas com um manto de bolor esbranquiçado, que serve como indicação das condições óptimas de corte da cortiça. É ideal suspender a estabilização quando se inicia a esporulação. A humidade óptima no fim do repouso deve ser de 8-16%.

Separação- classificação da cortiça destinada à indústria rolheira segundo a sua espessura e qualidade (aspecto visual); separação de toda a cortiça com defeitos e imprópria para ser utilizada na fabricação de rolhas/discos; constituir lotes de pranchas de cortiça definidas por espessura e qualidade visual. Bocados, refugos e aparas são enviados para granulação.

Expedição- em paletes de aproximadamente 800kg para a unidade de fabricação.

Rabaneação- corte das pranchas em secções transversais de modo a que tenham uma largura superior ao comprimento da rolha (de modo a permitir retificação). Corte das pranchas com serra elétrica no sentido perpendicular às fendas da cortiça.

Brocagem- uso de broca para obter rolha cilíndrica com dimensões pouco superiores ao calibre pretendido. Rolha é extraída em sentido perpendicular à direção de crescimento da cortiça (canais lenticulares e anéis de crescimento perpendiculares ao comprimento da rolha). Brocagem manual, semi-automática ou automática. Considera-se que a brocagem deve ser feita a mais de 2mm do ventre e a mais de 6mm da costa e, escolhendo as zonas de melhor qualidade e aproveitando a rabanada ao máximo.

Secagem- secagem de rolhas em estufa para que fiquem com humidade 4-8%.

Rectificação dimensional- topejamento e ponçagem (polir topos e corpo) de modo a que rolhas fiquem com dimensões pretendidas. Efetuada a retificação por elementos abrasivos (mós para ponçar, serras para topejar).

1ª Escolha- escolha eletrónica para separação das rolhas consoante a sua porosidade.

Lavação com solução de peróxido de hidrogénio e pré-secagem- objetivo é desinfetar, retirar o pó da cortiça e melhorar o aspecto visual (coloração mais homogénea e minimizar evidência de orifícios) usando uma mistura de produtos químicos. Existem diferentes tipos de lavação e continuam-se a investigar outros processos/programas de lavação mas, um dos mais comuns atualmente (até porque os resultados obtidos para diferentes parâmetros são os melhores) usa o seguinte método: (1)- imergir rolhas durante cerca de 5 minutos com agitação numa solução de peróxido de hidrogénio (oxidante, desinfetante e branqueador) a 10%, com hidróxido de sódio a 1% (o qual catalisa a reação de conversão do H_2O_2 ao anião O^2), o qual promove o branqueamento (possivelmente mais do que um ciclo; baixa rotação do tambor; processo a cerca de 55°C); (2)- imergir as rolhas em solução de ácido cítrico (1% m/v) durante 5 minutos para neutralizar meio alcalino; (3)- imergir as rolhas em água limpa com agitação durante 2 minutos; (4)- enxaguamento (5)- centrifugação no tambor; (6)- passar rolhas por reagentes redutores (eliminar resíduos oxidantes) e com enzimas afim de eliminar peróxidos residuais (catalase) (mais do que um ciclo de 2-6 mins); (7)- enxaguamento e secagem em tambor (cerca de 50 mins a 65°C).

INNOCORK- o INNOCORK é um reactor onde se colocam rolhas; este reator é aquecido e, ar comprimido que atravessa um reservatório com água e álcool leva estas moléculas no estado gasoso até ao reator; o TCA tem maior afinidade pelo etanol do que por outros componentes da cortiça; com a elevada temperatura a que se coloca o reator, parte destes contaminantes é eliminada por destilação por arraste de vapor e afinidade; o vapor é eliminado por exaustão.

Secagem- secagem das rolhas em estufa de ar quente (40-55°C) durante período de tempo testado, para obtenção da humidade pretendida (6-8%) e diminuir possibilidade de contaminação microbiológica.

Revestimento- com latéx e polímeros.

2ª Escolha e contagem- escolha manual que separa defeitos seguida de escolha eletrónica que separa as rolhas por classes visuais. Posterior contagem das rolhas. Geralmente as rolhas naturais são armazenadas em sacos de 5000.

Despoeiramento- aspiração do pó em tambor rotativo para facilitar posterior marcação e acabamento.

Marcação a tinta ou a fogo

Humidificação pós-marcação

Tratamento de superfície- depositar película de parafina (impermeabilizar) e película de silicone (lubrificar) na superfície da rolha, de modo a melhorar a inserção/extração da rolha do gargalo, para melhorar a vedação e para diminuir a absorção da rolha.

Escolha final- escolha manual para eliminar defeitos de acabamento ou outros.

Embalamento e expedição- embalamento das rolhas em sacos de polietileno esterilizados e herméticos contendo SO₂ de modo a diminuir desenvolvimento microbiano. Passagem dos sacos num detector de metais. Expedição.

Os processos de produção devem no entanto ser ajustados conforme o produto alvo a obter, devendo responder às diferentes especificações dos clientes.

2.2.3 O processo de produção na Cork Supply 4

Os processos de produção na CSP4 continuam em montagem e otimização mas, por altura de Maio de 2016, a fábrica já produzia – ainda que sem estar na máxima força -, rolhas prontas para acabamento. O processo produtivo desenvolve-se nas instalações da fábrica sendo que, o Lay-Out da Fábrica é dado em “Anexos/Anexos Confidenciais/Lay-out CSP4”, com as suas secções ordenadas sequencialmente conforme o processo produtivo. O fluxograma do processo produtivo está disponibilizado na figura 21 e em “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Outros/Fluxograma CSP4”. Os pontos 0.X e 2.X são exteriores à Cork Supply (são realizados por seus fornecedores) e os pontos 1.X são realizados nas instalações da CSP4. Os pontos do fluxograma que estão assinalados no Lay-Out da fábrica correspondem ao local onde esses processos são realizados na fábrica. Os pontos do fluxograma não assinalados no Lay-Out, correspondem a controlo de qualidade e, podem ser realizados pela produção ou laboratório. De seguida faz-se uma descrição de cada ponto do processo. Do processo realizado na Cork Supply é organizada informação sobre o como, para quê e porquê de cada passo do processo. Não são trabalhados os pontos relativos a controlo de qualidade, os quais ficam para esse capítulo da tese, apesar de o controlo de qualidade ser muitas das vezes feito pela produção.

Figura 21 – Fluxograma do processo produtivo da CSP4.

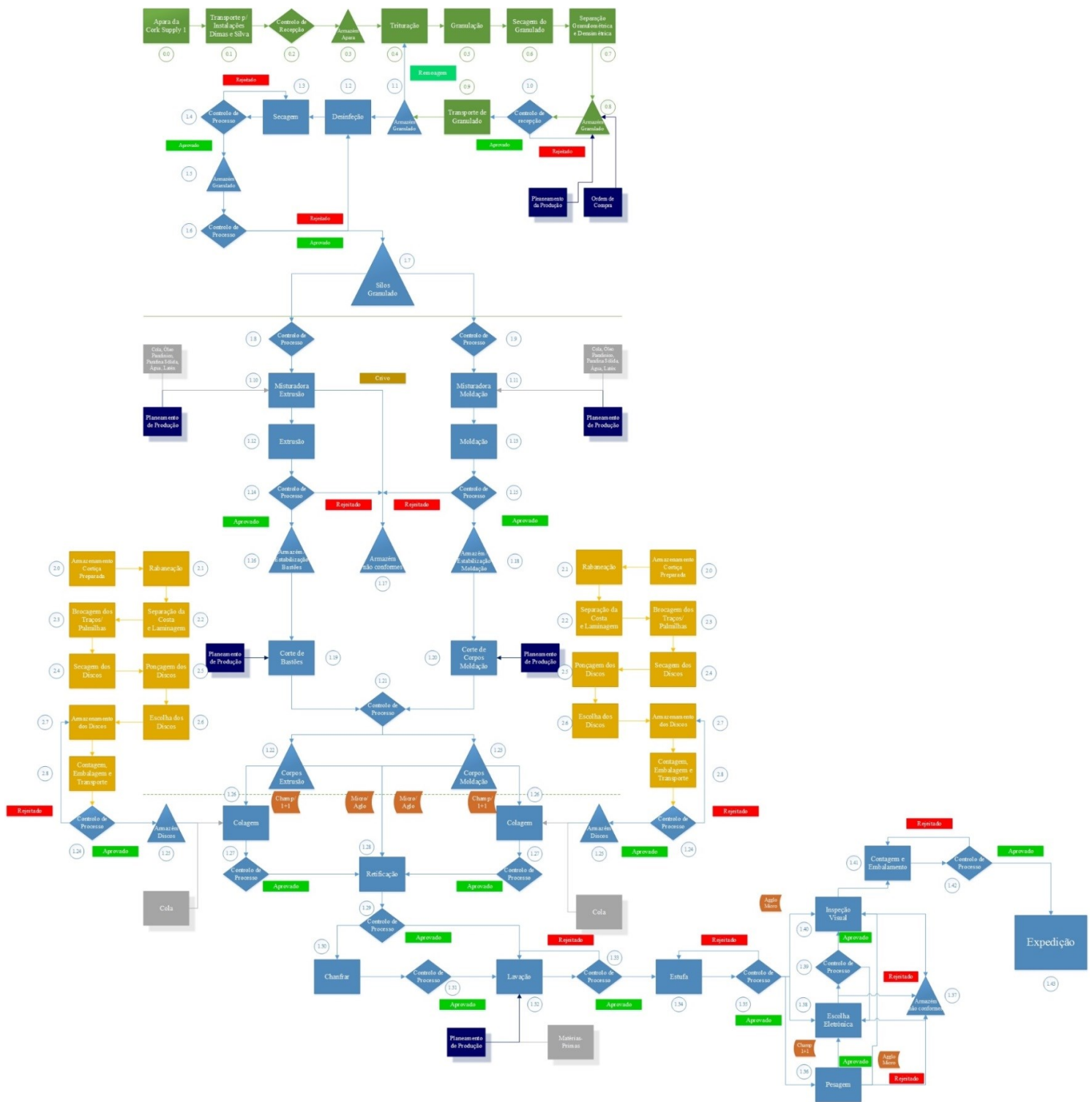


Tabela 6- Sequência do processo anterior à recepção de granulado na CSP4.

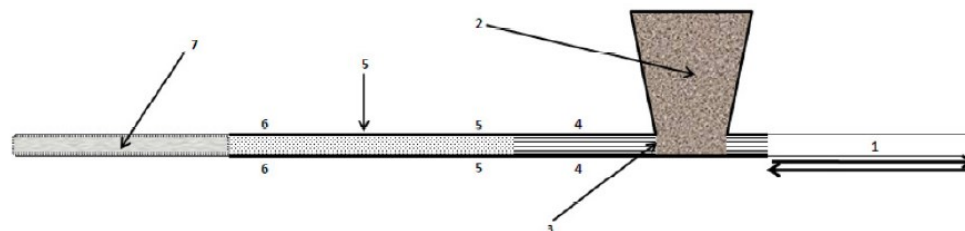
Passo/Nome do Processo	Descrição
0.0 Apara da Cork Supply	Da produção de rolhas naturais na CSP1 resultam vários tipos de apara (tira, barriga, broca e refugo). Anteriormente esta era vendida a empresas que faziam uso dela nomeadamente para granulação. Atualmente esta apara está a ser usada para alimentar o processo de produção de rolhas técnicas na CSP4. O material a ser triturado aguarda usualmente um período (alguns meses) antes de ser triturado, ao ar livre ou em recinto aberto.
0.1. Transporte p/ Instalações de Dimas e Silva Lda.	
0.2 Controlo de Recepção	Procedimento desconhecido.
0.3 Armazém de Apara	Procedimento desconhecido.
0.4 Trituração	Destroçamento da cortiça em moinho de dentes/estrelas (redução dos pedaços iniciais a pedaços mais pequenos) [10]. O funcionamento baseia-se em cortes através de discos estrelados sobrepostos. Obtêm-se pedaços de cortiça designados “broken”.
0.5 Granulação	Redução do “broken” a grânulos, usualmente por moinhos de martelos e limpeza em crivos [10]. Os moinhos de martelos cortam por impacto dos martelos na cortiça. Também separam bem a lenha da cortiça. Impurezas (terras, pedaços de madeira) separadas por crivos. Afinação da granulometria (diminuição) por moinho de facas, com recirculação após passagem por peneiros.
0.6 Secagem do Granulado	Transporte de granulado por sistema pneumático. Granulado atravessa secadores tubulares rotativos com aquecimento, o que permite a evaporação de água.
0.7 Separação Granulométrica e Densimétrica	Separação e retenção de partículas metálicas por passagem em sistemas magnéticos. A separação densimétrica combina o uso de um fluxo de ar e de uma mesa vibratória inclinada (que vai permitindo o deslocamento/remoção de uns grânulos e a chegada de outros) para separar grânulos de diferentes densidades dispostos em cima da mesa. Conforme os grânulos vão passando pela mesa, grânulos com menor densidade serão levantados pelo fluxo de ar que vem de baixo e, um sistema pneumático de sucção, captura estes grânulos de menores densidades.
0.8 Armazém de Granulado	O granulado separado é armazenado em Big Bags, os quais são paletizados para não estarem em contacto com o chão e deixados em condições higiénicas.

Tabela 7- Sequência de processos em prática na CSP4. "Como?" em "Anexos/Anexos Confidenciais/GP10-Produção CSP4/2-Instruções".

Passo/Nome do Processo	Como?	Para quê?	Porquê?
1.1 Armazém de Granulado	CSP4-GP10-II.1;1.2;1.3;1.5;1.7-0	Organizar os Big Bags com granulado de modo eficiente, de acordo com a regra FIFO em GP10-Produção CSP4/4-Procedimentos.	O esquema de organização permite dispor sequencialmente os Big Bags/Contentores, o que torna fácil saber qual a sequência de colocação/recolha. A regra FIFO diminui perdas de qualidade por armazenamento prolongado.
1.2 Desinfecção	CSP4-GP10-II.1;1.2;1.3;1.5;1.7-0	Reduzir a concentração de TCA e outros contaminantes no granulado.	Destilação de vapor – TCA seria arrastado numa corrente de vapor de água. Caldeira > Vapor de Água para Tambor com Granulado > Vapor de Água + Calor volatilizará/arrastará TCA para Atmosfera.
1.3 Secagem	CSP4-GP10-II.1;1.2;1.3;1.5;1.7-0	Acertar a humidade e densidade do granulado.	Após a desinfecção, o granulado está mais húmido (quase sempre mais húmido que as especificações 4-8%). Faz-se o granulado pós-desinfecção atravessar os tubos do secador determinado tempo e a certa temperatura. A diminuição da humidade diminui a densidade.
1.5 Armazém de Granulado	CSP4-GP10-II.1;1.2;1.3;1.5;1.7-0	Organizar os Big Bags com granulado de modo eficiente, de acordo com a regra FIFO em GP10-Produção CSP4/4-Procedimentos.	O esquema de organização permite dispor sequencialmente os Big Bags/Contentores, o que torna fácil saber qual a sequência de colocação/recolha. A regra FIFO diminui perdas de qualidade por armazenamento prolongado.
1.7 Silos Granulado	CSP4-GP10-II.1;1.2;1.3;1.5;1.7-0	Armazenar granulado de diferentes granulometrias em silos, mantendo-o dentro das especificações já testadas.	A limpeza do silo e o isolamento que este permite ajuda a que não se alterem características como a humidade do granulado. A manutenção da humidade do granulado a 4-8% permite que a densidade se mantenha estável e que não se desenvolvam microrganismos produtores de contaminantes. A separação dos granulados por calibre (0,5-1; 1-2; 2-4; 4-8), permite que haja maior homogeneidade de pesos específicos e consequente homogeneidade de elasticidade e recuperação.

Passo/Nome do Processo	Como?	Para quê?	Porquê?
1.10 Misturadora da Extrusão	CSP4-GP10-II.10-0	Formar uma mistura de granulado e produtos químicos que garanta a produção de bastões dentro das especificações e que garantam a segurança alimentar (colas de poliuretano). Em geral a quantidade de aglutinante é de 4-8% da massa de granulado de cortiça.	Reservatórios de granulado, água, cola (aglomerar os grânulos), látex (ajuda aglomeração e contribui para vedação), óleo parafínico (diminui atrito com as tubagens, o que diminui densidade do bastão) e parafina sólida estão em cima de balanças, as quais estão ligadas a sistema. Cada ingrediente é adicionado ao misturador na quantidade determinada na receita através de sistemas de bombagem, processo que pára quando peso dos reservatórios correspondentes baixou na quantidade a adicionar ao misturador (segundo receita). O movimento de rotação e as pás do misturador permitem a mistura.
1.11 Misturadora da Moldação	CSP4-GP10-II.11;1.13;1.17;1.18	Formar uma mistura de granulado e produtos químicos que garanta a produção de corpos dentro das especificações e que garantam a segurança alimentar (colas de poliuretano). Em geral a quantidade de aglutinante é de 4-8% da massa de granulado de cortiça.	Reservatórios de granulado, água, cola (aglomerar os grânulos) e óleo parafínico (diminui atrito dos corpos) estão em cima de balanças, as quais estão ligadas a sistema. Cada ingrediente é adicionado ao misturador na quantidade determinada na receita através de sistemas de bombagem, os quais param quando peso dos reservatórios correspondentes baixou na quantidade a adicionar ao misturador (segundo receita). O movimento de rotação e as pás do misturador permitem a mistura.
1.12 Extrusão	CSP4-GP10-II.12;1.16;1.17-0	Obter bastões dentro das especificações de qualidade.	Um “carro” distribui a mistura pelas extrusoras. Um pistão introduz a mistura na câmara (tubo) de moldagem, comprimindo-a, e dando-lhe forma. Este aglomerado é forçado a atravessar um forno a 135-145°C, o que serve para secar a cola e unir os componentes da mistura. Estes bastões vão saindo e sendo cortados por uma faca, logo que atinjam o comprimento de 630mm.

Figura 22- Esquema de extrusora. 1- Êmbolo ou pistão compressor. 2- Alimentador. 3- Câmara (tubo) de moldagem. 4- Câmara de arrefecimento. 5- Camisa de aquecimento. 6- Camisa de arrefecimento. 7-



Passo/Nome do Processo	Como?	Para quê?	Porquê?
1.13 Moldação	CSP4-GP10-II.11;1.13;1.17;1.18	Obter corpos dentro das especificações de qualidade.	A mistura é distribuída em moldes com espaço para cerca de 40 corpos. Estes moldes atravessam depois uma estufa durante cerca de 20 minutos, o que serve para polimerizar a cola e unir os componentes da mistura. Após atravessarem a estufa, estes corpos são retirados dos moldes e enviados para contentores.
1.16 Armazém Estabilização de Bastões	CSP4-GP10-II.12;1.16;1.17-0	Organizar os contentores de bastões de modo eficiente, de acordo com a regra FIFO em GP10-Produção CSP4/4-Procedimentos e, com um contentor empilhado em cima de outro.	O esquema de organização permite dispor sequencialmente os contentores, o que torna fácil saber qual a sequência de colocação/recolha. A regra FIFO diminui perdas de qualidade por armazenamento prolongado.
1.17 Armazém de Não Conformes	CSP4-GP10-II.12;1.16;1.17-0	Segregar bastões em queimados/pontas de arranque ou não conformes, granulado e corpos não conformes, para que lhes seja dado outro uso.	Não tem sequência FIFO. Armazenar conforme identificado no armazém.
1.18 Armazém Estabilização Moldação	CSP4-GP10-II.11;1.13;1.17;1.18	Organizar os contentores de corpos da moldação de acordo com a regra FIFO em GP10-Produção CSP4/4-Procedimentos.	Este esquema permite dispor os contentores em sequência, o que torna fácil saber como os colocar ou recolher. A regra FIFO diminui perdas de qualidade por armazenamento prolongado.
1.19 Corte de Bastões	CSP4-GP10-II.19;1.22-0	Corte de bastões de acordo com medida pretendida.	Uma estrela empurra o bastão para um conjunto de serras que distam entre elas o comprimento que o corpo terá.
1.20 Corte de Corpos da Moldação	CSP4-GP10-II.20;1.28;1.30-0	Corte de corpos da moldação de acordo com medida pretendida.	Uma estrela empurra o corpo para uma serra que dista um certo comprimento de um “bloqueio” com o qual está um topo do corpo. Assim, o corpo fica com o comprimento entre esse “bloqueio” e a serra.

Passo/Nome do Processo	Como?	Para quê?	Porquê?
1.22 Armazém Corpos Extrusão	CSP4-GP10-II.19;1.22-0	Armazenamento dos corpos da extrusão, separados por calibres.	À medida que os bastões são cortados, os corpos resultantes caem num tapete que os leva até um sistema pneumático que os desloca até ao primeiro silo com desviador aberto.
1.23 Corpos Moldação	CSP4-GP10-II.20;1.23;1.28;1.30-0	Armazenamento dos corpos da moldação, separados por calibres.	À medida que os corpos são cortados, os corpos resultantes caem num tapete que os leva até um sistema pneumático que os desloca até ao primeiro silo com desviador aberto.
1.25 Armazém de Discos	CSP4-GP10-II.25;1.26-0	Armazenamento dos discos na plataforma acima da colagem, por calibre e classe, conforme etiquetado. Organizar os discos de modo eficiente, tomando como exemplo a regra FIFO em GP10-Produção CSP4/4-Procedimentos.	O esquema de organização permite dispor sequencialmente os contentores, o que torna fácil saber qual a sequência de colocação/recolha. A regra FIFO diminui perdas de qualidade por armazenamento prolongado.
1.26 Colagem	CSP4-GP10-II.25;1.26-0	Colar discos nos topos dos corpos de modo que colagem seja aprovada pelo GP08-Controlo de Qualidade CSP4/ CSP4-GP08-PIE1.24-0	A colagem de 2 discos de cortiça natural impede que lenticulas fiquem ligadas, o que melhora a vedação.
1.28 Retificação	CSP4-GP10-II.20;1.23;1.28;1.30-0	Garantir as especificações dimensionais da rolha.	Porque, conforme visto em “Algumas Questões Técnicas da Indústria Rolheira”, o diâmetro da rolha deve ser superior ao diâmetro do gargalo em diferentes percentagens, conforme o tipo de rolha. Se o diâmetro for superior a essa percentagem, a rolha pode perder a sua compressão/relaxação e, se for inferior a essa percentagem, a força exercida para vedação pode não ser suficiente.
1.30 Chanfrar	CSP4-GP10-II.20;1.23;1.28;1.30-0	Garantir as especificações dimensionais da rolha. As rolhas aglomeradas têm maior densidade, o que pode dificultar a inserção.	As rolhas de champanhe têm de suportar maiores pressões, daí que tenham uma razão diâmetro rolha/diâmetro gargalo superior. O chanfro facilita a inserção.

Passo/Nome do Processo	Como?	Para quê?	Porquê?
1.32 Lavação	CSP4-GP10-I1.32;1.34-0	Limpar, despoeirar, desinfetar e dar a coloração pretendida às rolhas.	As rolhas são colocadas num tambor com capacidade de rotação e de aumento de temperatura e, que é alimentado por produtos químicos. A limpeza e despoeiramento fazem-se pela dissolução daquelas partículas nas soluções de lavação. O H ₂ O ₂ é um agente oxidante com função de desinfetante e de branqueamento. O NaOH é um catalisador alcalino que permite que, a partir do H ₂ O ₂ se forme água e o anião hidroperóxido. Este anião vai reagir com grupos cromóforos presentes na lenhina, o que permitiria o branqueamento [16]. O ácido cítrico serve para neutralizar a base NaOH. Os detergentes redutores e enzimáticos servem para remover o efeito do H ₂ O ₂ e de outros produtos dele derivados (balanço oxidante da rolha poderia oxidar vinho). Uma temperatura superior a 120°C (pode decompor o H ₂ O ₂), tempo insuficiente ou, ausência de catalisador alcalino, podem tornar branqueamento insuficiente. Uma diferente coloração de rolhas no mesmo lote de lavação pode decorrer de diferente grau de contacto com os reagentes.
1.34 Estufa	CSP4-GP10-I1.32;1.34-0	Atingir humidade e teor de peróxidos pretendidos.	Um sistema de circulação forçada de ar quente permite que humidade e peróxidos residuais sejam volatilizados/removidos.
1.36 Pesagem	CSP4-GP10-I1.36-0	Ao pesar as rolhas de determinado calibre, pretende-se separar as rolhas por densidade. Rolhas fora dessa especificação, saem do lote.	Uma balança calibrada e um computador onde se definem os limites de aceitação do peso da rolha, permitem que sejam separadas as rolhas por peso. As rolhas atravessam sequencialmente a balança calibrada e programada sendo que, aquelas que ficam fora dos limites especificados são separadas por gás comprimido para diferentes saídas, conforme tenham mais ou menos peso. As rolhas dentro dos limites seguem para o contentor.
1.37 Armazém de Não Conformes	Ver “Anexos/Anexos Confidenciais/Lay-Out CSP4”, Secção 4. Organizar não conformes de acordo com identificação local.	Separar Rolhas não conformes das outras para não ter defeitos ou rolhas fora de especificação no lote. Outro uso será dado a estas rolhas.	Para que não cheguem ao cliente rolhas com defeito ou fora de especificação.

Passo/Nome do Processo	Como?	Para quê?	Porquê?
1.38 Escolha Eletrônica	CSP4-GP10-II.38-0	Embora as rolhas já venham separadas por classe (conforme os discos colados), a escolha eletrônica separa novamente estas rolhas (champanhe ou 1+1) por classe do disco e elimina os defeitos.	A escolha eletrônica faz uso de análise de imagem, de um computador e de um sistema de separação. Os parâmetros de análise de imagem são muito variados e são programáveis. O computador, tal como programado, classifica os discos/rolhas em classes consoante os parâmetros obtidos (ex: área total dos poros) na análise de imagem. Também está programado para separar defeitos.
1.40 Inspeção Visual	CSP4-GP10-II.40-0	Para que não cheguem defeitos ao cliente.	Por exemplo, nos granulados remover rolhas com pedaços de cola, etc. Ver “Anexos/Anexos Não Confidenciais/ Defeitos e Classificação Visual de Rolhas e Discos de Cortiça” para saber o que deve ser eliminado.
1.41 Contagem e Embalamento	CSP4-GP10-II.41-0	Garantir que os diferentes tipos de rolhas são transferidas para os sacos de cor correspondente e que cada saco tenha um número de rolhas bem contado conforme “Anexos/Anexos Confidenciais/GP10-Produção CSP4/Tabelas/CSP4-GP10-T01-0”.	Princípio de contagem de rolhas tem que ver com questões de mecatrónicas.
1.43 Expedição	CSP4-GP10-II.43-0	Garantir um empilhamento equilibrado dos sacos que compõem uma paleta, para que esta chegue em boas condições ao cliente.	Os sacos devem ter as rolhas espalhadas de modo uniforme para que a paleta de sacos fique equilibrada. A aplicação de filme une a paleta de sacos.

Tabela 8- Sequência de processos para produção de discos de cortiça natural.

Passo/Nome do Processo	Descrição
2.0 Armazenamento Cortiça	Colocação da cortiça em pilha ou a granel em áreas reservadas para o efeito [17]. Identificar as pranchas e os fardos de cortiça preparada, registrando nomeadamente o lote, a origem, a data de cozedura e o tipo de cortiça [18].
2.1 Rabaneação	Cortar a cortiça preparada com a costa voltada para cima ao longo do seu comprimento máximo, ou seja em duas secções transversais e sobre toda a espessura da prancha, para obtermos traços de cortiça e preparar a cortiça para a operação de laminagem. Utilizar cortiça com uma humidade de 8-16 %.
2.2 Separação Costa e Laminagem	Corte das palmilhas de acordo com a espessura desejada com eliminação da costa e barriga. O interior das pranchas é cortado em 2 ou 3 palmilhas, na direção perpendicular aos poros. Obter palmilhas com espessura correspondente à dos discos.
2.3 Brocagem dos Traços/Palmilhas	Perfurar as palmilhas perpendicularmente, por forma a obter discos cilíndricos sem deformação nos limites dimensionais prescritos. Remover os discos com defeitos e separar os discos de acordo com referências de classes visuais.
2.4 Secagem dos Discos	Obter o teor de humidade adequado, com vista a garantir a estabilidade microbiológica e a estabilidade dimensional e, posteriormente, uma boa colagem dos discos aos corpos das rolhas.
2.5 Ponçagem dos Discos	Operações mecânicas de lixagem das faces dos discos para assegurar as especificações dimensionais desejadas e assegurar que a superfície dos discos não apresenta riscos.
2.6 Escolha dos Discos	Primeiramente, escolha eletrónica de discos por atributos e segregação de defeitos. Numa segunda fase, escolha manual, onde são separados os discos por classe visual e onde são segregados os defeitos.
2.7 Armazenamento	Período de armazenamento dos discos em sacos de ráfia em cima de paletes.
2.8 Contagem, Embalagem e Transporte	Operação que consiste em contar os discos e assegurar as condições adequadas para o seu transporte.

2.3 Controlo de Qualidade

O controlo de qualidade foi-se tornando progressivamente mais importante nas empresas em geral e, na indústria rolheira em particular. A qualidade do produto, entre outros, está associada à confiança que o cliente tem no produto. Num contexto de elevada competitividade, a garantia das especificações, como a redução ao máximo dos defeitos, podem servir de distinção entre as empresas, o que pode garantir clientes/vendas. Ao mesmo tempo, a qualidade aumenta a confiança num sector. A importância da qualidade torna-se ainda mais evidente quando se enumeram os custos da não-qualidade, os quais incluem: reclamações, devoluções/retomas, indemnizações, stocks elevados e monos vendidos ao desbarato, reprogramação de trabalho, falhas de planeamento e, claro, perda de clientes [19].

Em 1983 surge o Sistema Nacional de Gestão da Qualidade (SNGQ) por Decreto-Lei, sendo o Instituto Português da Qualidade (IPQ) responsável pela sua gestão e desenvolvimento. O IPQ cria ferramentas da qualidade: controlo metrológico, de calibração, de normalização, de informação especializada e certifica a qualidade. Com este desenvolvimento, com a criação de normas de qualidade e de certificações, desenvolve-se progressivamente uma certa pressão para o desenvolvimento de sistemas de garantia da qualidade.

Atualmente, a norma que se impõe à qualidade na indústria rolheira é a ISO 22000. Esta norma acrescenta à norma ISO 9001 a necessidade de um plano HACCP (questão desenvolvida no capítulo sobre segurança alimentar). A ISO 9001 prevê uma série de requisitos para o sistema de garantia da qualidade, os quais estão descritos na tabela 9. Desses requisitos, o mais importante e extenso é o Manual da Qualidade, o qual inclui: informação geral sobre o manual; identificação das funções do sistema de garantia da qualidade; o detalhe do processo de produção a que será aplicado o sistema de garantia da qualidade, com design dos fluxos de produção; sistema de rastreabilidade; os plano de inspeção e ensaio (incluem: local de recolha da amostra; ponto de controlo no fluxograma; parâmetros a analisar; amostragens; procedimentos de análise a usar para cada parâmetro; critério de aceitação/rejeição; responsável pela análise); os procedimentos de ensaio (que incluem: objetivo; responsabilidade; documentos de referência; descrição geral do procedimento; materiais e reagentes necessários; descrição detalhada do procedimento; modo de registo dos resultados; código do procedimento); especificações técnicas (que incluem: os ensaios a realizar, o método de realização de cada ensaio, a amostragem a realizar, o critério de aceitação/rejeição para cada parâmetro e, o nível de qualidade aceitável (conforme “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Outros/Níveis de Qualidade Aceitável”)), as quais

servem também de referência para os planos de inspeção e ensaio; sistema de registo de resultados (que pode incluir o sistema informático); documentos anexos ao sistema da qualidade, como por exemplo tabelas.

Tabela 9 - Requisitos da norma ISO 9001 para o sistema de garantia da qualidade [15].

Tipo de Requisitos	Requisito
Documentação	Manual da Qualidade Controlo de Documentos Controlo de Registos
Responsabilidade de Gestão	Comprometimento da gestão Focalização no cliente Política da Qualidade Planeamento Responsabilidade, autoridade e comunicação Revisão pela gestão
Gestão de Recursos	Provisão de recursos Recursos Humanos Infraestrutura Ambiente de trabalho
Realização do Produto	Planeamento da realização do produto Processos relacionados com o cliente Conceção e desenvolvimento Compras Produção e fornecimento do serviço Controlo do equipamento de monitorização e de medição
Medição, Análise e Melhoria	Monitorização e medição Controlo do produto não conforme Análise de dados Melhoria

O departamento de controlo de qualidade tem vários objetivos, entre os quais: garantir que os produtos comprados (matérias-primas ou materiais subsidiários) cumprem os requisitos e especificações técnicas exigidos; assegurar o controlo de produto em fabrico em todas as etapas de produção, conforme o plano definido; manter os registos de resultados e avaliações; gerir as certificações de qualidade e segurança alimentar; avaliar e responder às reclamações.

O laboratório da CSP1 tem responsabilidades de controlo de qualidade e de investigação e desenvolvimento e o laboratório da CSP4 tem responsabilidades de controlo de qualidade na sua fábrica. Na tese, refiro-me apenas ao sistema de controlo da qualidade da CSP4, pois acompanhei o seu desenvolvimento.

Começo pelo sistema informático, o qual é transversal ao controlo de qualidade. À data existia o CorkLab mas, não estava adaptado à realidade concreta da fábrica e laboratório. Nesse sentido, outras ferramentas (como o excel), foram sendo usadas como complemento. À data, não existia sistema informático para o sistema de rastreabilidade. Concluindo, espera-se por um sistema informático desenvolvido para o contexto específico da CSP4.

O design do fluxo de processos é o apresentado em “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Outros/Fluxograma CSP4”, o qual está codificado para corresponder às instruções de trabalhos, pontos de controlo, podendo também ser adaptado a registos e tabelas.

O sistema de rastreabilidade era ainda provisório também. Segundo o Regulamento (CE) Nº 1935/2004 do Parlamento Europeu, os materiais e objetos destinados a entrar em contacto com géneros alimentícios devem assegurar a rastreabilidade dos seus produtos [20]. Rastreabilidade refere-se à capacidade de acompanhar um lote de produto e o seu histórico através de toda ou parte da cadeia de abastecimento, desde a recolha de matéria-prima até ao transporte, armazenamento, transformação/produção, distribuição e comercialização do produto [21]. A rastreabilidade permite identificar a origem de um produto defeituoso, permite identificá-lo para retirá-lo do mercado e permite identificar as responsabilidades. Permite ainda fazer estudos que correlacionam etapas anteriores com etapas posteriores, por exemplo, a correlação entre o lucro obtido e a proveniência da origem da cortiça. No sistema de rastreabilidade, a definição de base é a de lote, assim como a sua codificação. Um lote é um conjunto de unidades de venda provenientes da mesma origem e submetidos às mesmas condições de processamento. Como se percebe na prática, a definição de lote e o sistema de rastreabilidade devem ser construídos caso a caso. Para se perceber como se pode fazer a rastreabilidade de um lote ver o documento nos “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Outros/Rastreabilidade”. Como se percebe da análise do documento, o objetivo é conseguir sempre andar para trás. Se o lote expedido E1/15 teve problemas, sei qual o lote que lhe deu origem (assim como outras informações do processo anterior) e assim sucessivamente até à origem da cortiça – este é o objetivo. Agora, no caso da CSP4, o sistema existente era ainda provisório, tal é a complexidade de elementos que entram no sistema de rastreabilidade. Para o momento, o sistema de rastreabilidade é o seguinte: XDDMMAA-T em que, X é o sector da produção, DD é o dia do mês, MM é o mês, AA é o ano e T é o turno.

Com o auxílio das folhas de registo da produção, as etiquetas em circulação na produção e um programa excel provisório, já é possível ter alguma traçabilidade até à fase da extrusão e moldação. Alguma deve-se a várias questões como por exemplo: se tenho uma mistura de lotes em um silo e vou transferir as rolhas para um contentor, não sei qual a origem correta das rolhas que estarão no contentor (porque estão misturadas); não estão a ser tomados em conta na rastreabilidade os produtos químicos.

Os planos de inspeção e ensaio e as especificações técnicas estão também construídos, sendo os primeiros construídos com o auxílio dos segundos. Para melhor perceber a informação que é dada num plano de inspeção e ensaio e nas especificações técnicas, consultar “Anexos/Anexos Confidenciais/GP08-Controlo de Qualidade CSP4/Planos de Inspeção e Ensaio”. Como se percebe, os PIEs e ETs já dão grande detalhe sobre o processo de controlo da qualidade uma vez que, o dia-a-dia do controlo da qualidade tem referência nos PIEs e ETs. NQA significa “Nível de Qualidade Aceitável” e, é definido como o menor nível de qualidade tolerável. Diz-nos, para uma dimensão de amostra (ex: 32 rolhas), até quantos provetes podem estar fora de especificação (ex: 32 rolhas; NQA 2.5; aceita 2 rolhas fora de especificação e rejeita 3 rolhas fora de especificação) (ver nos “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Outros/Nível de Qualidade Aceitável”).

A aplicação dos PIEs e ETs faz uso de procedimentos, os quais têm uma estrutura tipo que pode ser consultada em “Anexos/Anexos Confidenciais/GP08-Controlo de Qualidade CSP4/Procedimentos”. Os procedimentos da qualidade pretendem verificar se, na receção, processo ou produto final, o produto está conforme especificações fundamentadas. A CSP tem uma série de procedimentos de controlo de qualidade. Em baixo, faço uma listagem desses procedimentos, enquanto indico como são realizados, porque é que são realizados (para quê), qual a causa de defeito na rolha e/ou no vinho (porquê) e o método de correção de inconformidade (correção).

Tabela 10 - Procedimentos do Controlo de Qualidade e seus Fundamentos. “Como” em “Anexos/Anexos Confidenciais/ GP08-Controlo de Qualidade CSP/4- Procedimentos”.

Nome do Procedimento	Como?	Para quê?	Porquê?	Correção
Análise Visual	GP08-PE01-4	Para verificar se existem defeitos de qualidade visual que possam afectar as funcionalidades da rolha (vedação, inocuidade e insipidez, força de inserção/extração, entre outras).	Ver “Anexos da Tese/Anexos Confidenciais/Qualidade Visual” e “Anexos da Tese/Anexos Não Confidenciais/Qualidade Visual” .	Segregação das pranchas de cortiça que deverão originar muitos defeitos de classe visual. Segregação das rolhas (escolha elet. e man.) com vários tipos de defeitos que afectem qualidade visual e funcionalidades da rolha.
Análise Dimensional, Humidade e Densidade em Rolhas	GP08-PE03-1	Humidade da rolha está associada ao desenvolvimento microbiológico, à força de inserção/extração e pode contribuir para a turvação do vinho. A densidade está associada à vedação, momento torsor (técnicas) e, com isto, associada às forças de extração/inserção. As dimensões devem estar de acordo com as garrafas do cliente.	Maior a humidade, maior atividade da água > maior crescimento microbiológico e contaminação. Maior a humidade, menor a elasticidade da cortiça e menor a hermeticidade da vedação. Se a humidade for alta, pode haver descarga de água no vinho aquando do engarrafamento, o que pode conferir turvação, entre outros. Maior a densidade, maior a força exercida pela rolha contra o gargalo, o que proporciona melhor vedação e menor passagem de ar. A maior força exercida, aumenta a força de inserção/extração. Além disso, o momento torsor aumenta com a densidade.	Humidade demais: estufa; Humidade a menos: juntar água. A densidade das rolhas naturais não se corrige. Estas rolhas são separadas. A densidade das rolhas técnicas é ajustável conforme a receita da mistura e parâmetros da extrusão/moldação. Se a densidade estiver alta pode-se acrescentar óleo parafínico à receita, o que pode aumentar velocidade de saída do bastão, aglomerando menos granulado e vice-versa. Um aumento da temperatura também pode acelerar a extrusão, baixando a densidade e vice-versa.
Determinação Quantitativa de TCA migrável	GP08-PE4.1-1 GP08-PE04-4	Para que o vinho não adquira o gosto a TCA. A análise de TCA a cortiça, granulados ou discos (para além de rolhas), é um método de controlo.	O TCA na rolha poder-se-ia dissolver no vinho (tendo boa afinidade com o etanol) ou, poder-se-ia volatilizar (1,5-3ng/L de LPS em solução etanólica), o que produziria o “gosto a rolha”.	Enviar o lote contaminado para o sistema de desinfeção e repetir este teste.

Nome do Procedimento	Como?	Para quê?	Porquê?	Correção
Determinação do Teor de Peróxidos	GP08-PE05-2	Para que moléculas oxidantes não passem para o vinho.	Se o H ₂ O ₂ passar para o vinho pode afectar o envelhecimento do vinho já que acelera a sua oxidação.	Enviar o lote para a estufa, para que H ₂ O ₂ evapore.
Determinação da Humidade	GP08-PE06-1	Ver Descrição GP08-PE03-1.	Ver Descrição GP08-PE03-1.	Ver Descrição GP08-PE03-1.
Força de Extração	GP08-PE07-1	Para que a força de extração de rolha do gargalo se situe num intervalo desejado.	A película de parafina aplicada impermeabiliza a rolha e o silicone lubrifica-a. Isto melhora a inserção/extração da rolha do gargalo. Densidade e dimensões também podem afectar este parâmetro.	Corrigir estes parâmetros para os valores experimentalmente corretos.
Teste de Quebra	GP08-PE08-1	Evitar ter lotes de rolhas colmatadas fáceis de quebrar.	Porque debaixo do colmatado se podem esconder fendas, entre outros defeitos visuais.	Re-envio de lote para o fornecedor.
Resíduos Sólidos	GP08-PE09-2	Porque se a rolha (principalmente a colmatada) tiver uma grande quantidade de pó, este poderá passar para o vinho.	Porque grande parte das vezes o vinho entra em contacto directo com a rolha, dissolvendo partículas.	A lavação e o despoeiramento deveriam ser suficientes para reduzir o pó para níveis inferiores ao limite de especificação.
Calibração de Aparelhos de Cromatografia	GP08-PE10-4	Para calibrar aparelhos de cromatografia.	Para validar método do aparelho e para dar sentido aos resultados das amostras.	Ver nos “Anexos Não Confidenciais/Cromatografia Gasosa/Cromatografia Gasosa”
Migração de Cor	GP08-PE12-3	Para ver se rolha transfere cor para solução etanólica.	Para evitar que rolhas transfiram cor para vinho.	Fazer despoeiramento e tratamento de superfície adequados.
Quantificação de Tratamento de Superfície	GP08-PE14-1	Para ver se o tratamento de superfície não se desprende da rolha.	---	---
Absorção	GP08-PE15-1	Se a absorção for alta, corre-se o risco de haver capilaridade ascendente do líquido.	Para além do mau aspecto que dá, a absorção pode chegar a permitir que líquido e gás saiam da garrafa.	Aumentar a densidade do aglomerado ou, em rolhas naturais, ter menos defeitos relacionados à absorção.

Nome do Procedimento	Como?	Para quê?	Porquê?	Correção
Recuperação	GP08-PE16-1	Testar a elasticidade da rolha após compressão. No aglomerado, se a densidade for muito alta, a elasticidade diminui.	Para a rolha vedar bem, esta deve ter “capacidade de recuperação”, ter elasticidade, para poder preencher completamente o gargalo.	---
Resistência à Torção	GP08-PE17-1	Determina a resistência do aglomerado ao esforço mecânico.	Se o esforço mecânico for baixo, corre-se o risco de a rolha quebrar durante o engarrafamento ou a extração.	Aumentar densidade se esforço mecânico for baixo, conforme correção assinalada na análise de bastões (abaixo).
Resistência à Água Fervente	GP08-PE18-1	Verificar a qualidade da colagem e da aglomeração.	Isto é um indicador da integridade constitucional da rolha durante longo tempo.	Verificar processo de colagem e cola ou verificar receitas da extrusão/moldação.
Controlo do Ambiente Fabril	GP08-PE19-3	Verificar a contaminação do ambiente fabril por haloanisóis.	Os haloanisóis, a partir de determinadas concentrações no ambiente fabril, poderiam contaminar as rolhas, as quais iriam depois contaminar o vinho.	---
Enchimento e Rolhamento	GP08-PE20-1	Verificar qualidade da inserção da rolha na garrafa.	Para que quando chegue ao cliente, o rolhamento funcione bem.	---
Halofenóis e Haloanisóis em sacos de plástico	GP08-PE21-3	Controlo Ambiental.	Sacos de plástico podiam ser fontes de haloanisóis e halofenóis (precursores de haloanisóis), os quais poderiam passar para rolhas e destas para o vinho.	Substituir sacos por sacos de outro lote/fornecedor.
Halofenóis e Haloanisóis em caixas de cartão	GP08-PE22-3	Controlo Ambiental.	Igual ao anterior.	Igual ao anterior.
Resistência do Revestimento	GP08-PE23-1	---	---	---
Vedação a gases ou líquidos	GP08-PE24-1	Saber se a rolha irá aguentar a pressão exercida pelo gás dentro da garrafa.	Se não aguentar, a rolha pode saltar da garrafa ou pode permitir fugas de gás ou líquido.	Se houver fugas, aumentar a densidade (técnicas) ou rever defeitos de qualidade visual do lote.

Nome do Procedimento	Como?	Para quê?	Porquê?	Correção
Força de extração manual	GP08-PE25-2	Verificar anormalidades ao extrair rolhas com saca-rolhas.	Para que consumidor não tenha dificuldade ao extraí-las.	Agir sobre tratamento de superfície, densidade e dimensões.
Compressão/Relaxação	GP08-PE26-1	Testar a elasticidade da rolha após compressão. No aglomerado, se a densidade for muito alta, a elasticidade diminui.	Para a rolha vedar bem, esta deve ter capacidade de recuperação/elasticidade, para poder preencher completamente o gargalo.	Verificar se humidade está muito alta. Se sim, baixá-la. Verificar densidade e dimensões das rolhas por comparação ao gargalo.
Capilaridade	GP08-PE27-1	Penetração do líquido em direção ascendente através dos interstícios dos granulados ou dos poros ou fissuras da cortiça natural.	Para além do mau aspecto que dá, a capilaridade pode chegar a permitir que líquido e gás saiam da garrafa.	Aumentar a densidade do aglomerado ou, em rolhas naturais, ter menos defeitos relacionados à capilaridade.
Teste de Colagem de Rolhas Capsuladas	GP08-PE28-1	Verificar se cápsula está bem colada à rolha.	Para não descolar.	Verificar processo de colagem.
Conformidade da Marcação	GP08-PE29-1	Para que as rolhas tenham a marcação pretendida pelo cliente, sem defeitos.	---	---
Pressão Hidrostática (rolhas de champanhe)	GP08-PE30-1	Igual ao procedimento da absorção.	Igual ao procedimento da absorção.	Igual ao procedimento da absorção.
Determinação Qualitativa de Peróxidos	GP08-PE31-1	Igual ao procedimento do teor de peróxidos.	Igual ao procedimento do teor de peróxidos.	Igual ao procedimento do teor de peróxidos.
Análise Sensorial por Dry Soak (Rolhas Naturais)	GP08-PE32-4	Para que rolhas não cheguem ao cliente com desvios sensoriais, os quais afetam as qualidades organolépticas do vinho.	São várias as origens dos maus odores/aromas na cortiça.	Possivelmente, nova lavagem e INNOCORK.

Nome do Procedimento	Como?	Para quê?	Porquê?	Correção
Inspecção de Contentores	GP08-PE33-1	Para evitar que rolhas adquiram defeitos durante o transporte.	Os contentores podem conter humidade, maus odores, entre outros, o que pode alterar algumas características das rolhas.	Verificar boas condições de humidade, de odores, entre outras, dos contentores antes de transporte.
Tratamento de rolhas bar-top	GP08-PE34-1	Verificar de modo qualitativo: migração de cor, quantificação tratamento, capilaridade e resistência da capsulagem.	Pelas mesmas razões de cada teste individual.	---
Manutenção do GC/MS e GC/ECD	GP08-PE35-1	Para que aparelhos de cromatografia continuem a funcionar bem.	Pode ser necessário trocar coluna, fibras, septos, elétrodos, liners, entre outros, por desgaste. Ver “Anexos da Tese/Cromatografia Gasosa”.	Substituição das peças ou lavagem (caso dos liners ou elétrodo). Ver nos “Anexos Não Confidenciais/Cromatografia Gasosa/Cromatografia Gasosa”
Análise de Cápsula	GP08-PE36-1	Análise Visual e Dimensional das Cápsulas.	---	Re-envio para fornecedor.
Análise de Cápsulas Retrácteis	GP08-PE37-1	Análise Visual e Dimensional das Cápsulas.	---	Re-envio para fornecedor.
Análise Dimensional de Rolhas Capsuladas	GP08-PE38-1	Igual ao procedimento 03.	Igual ao procedimento 03.	Igual ao procedimento 03.
Análise Individual de TCA pelo método DS100+	GP08-PE43-1	Igual ao procedimento 04.	Igual ao procedimento 04.	Igual ao procedimento 04.
Determinação da viscosidade com taça	GP08-PE45-1	---	---	Re-envio de lote para o fornecedor.
Determinação do teor de sólidos de uma resina	GP08-PE46-1	---	---	Re-envio de lote para o fornecedor.

Nome do Procedimento	Como?	Para quê?	Porquê?	Correção
Análise de Clorofenóis	GP08-PE49-0	Geralmente usado para análise de clorofenóis de várias cortiças. Um dos objetivos é verificar qual a origem das cortiças mais e menos contaminadas.	Os clorofenóis são precursores de cloroanisóis.	Seleccionar cortiças com melhor histórico.
Determinação de Humidade em Discos	GP08-PE50-0	Igual ao PE03.	Igual ao PE03.	Igual ao PE03.
Determinação de Humidade em Granulados	GP08-PE51-0	Igual ao PE03.	Igual ao PE03. Maior humidade, maior densidade do granulado.	No caso, maior tempo/temperatura de secagem.
Determinação da Densidade em Granulados	GP08-PE52-0	Pode afectar densidade dos bastões. Igual ao PE03.	Igual ao PE03.	Igual ao PE03.
Determinação da Resistência a Altas Pressões	GP08-PE53-0	Saber se a rolha irá aguentar a pressão exercida pelo gás dentro da garrafa.	Se não aguentar, a rolha pode saltar da garrafa ou pode permitir fugas de gás ou líquido.	Se houver fugas, aumentar a densidade ou rever receita.
Granulometria	GP08-PE54-0	Para assegurar que dimensão do granulado é uniforme.	Para que a densidade seja uniforme na rolha, para que vedação seja também uniforme.	Re-enviar para fornecedor para remoagem.
Dimensões de Discos	GP08-PE55-0	Se os discos tiverem dimensões abaixo da especificação, a rolha estará fora das medidas. Se tiverem dimensões superiores, a retificação controla.	Se os discos tiverem espessuras ou diâmetros inferiores aos especificados, o líquido poderá mais facilmente atravessar o disco ou escapar pelas laterais do gargalo, causando problemas de vedação.	Se a medida estiver acima, retificar. Se estiver abaixo, re-enviar lote para fornecedor.
Momento Torsor com Torsilab	GP08-PE56-0	Determina a resistência do aglomerado ao esforço mecânico.	Se o esforço mecânico for baixo, corre-se o risco de a rolha quebrar durante o engarrafamento ou a extração.	Aumentar densidade se esforço mecânico for baixo, conforme correção assinalada na análise de bastões (abaixo).

Nome do Procedimento	Como?	Para quê?	Porquê?	Correção
Análise Sensorial e DS100 de Rolhas Técnicas e Discos	GP08-PE57-0	Igual ao PE32.	Igual ao PE32.	Igual ao PE32.
Análise de Bastões	GP08-PE59-0	A densidade do aglomerado está associada à tensão de corte, vedação e absorção. Maior a densidade, maior a tensão de corte, melhor a vedação e menor a absorção. O teste da água fervente serve para ver a qualidade da aglomeração. O diâmetro, comprimento e humidade do bastão para que se obtenham corpos dentro das especificações.	O efeito da densidade, tensão de corte, vedação, absorção, humidade e medidas é apresentado no espaço de cada um dos parâmetros individuais.	Se a densidade estiver muito alta, pode-se acrescentar óleo parafínico à receita, o que pode aumentar a velocidade de saída do bastão, aglomerando menos granulado e vice-versa. Um aumento da temperatura também pode acelerar a extrusão, baixando a densidade e vice-versa.

O departamento de controlo de qualidade é também responsável pelo dossier de segurança alimentar e pela gestão de reclamações, entre outros. Tem também interesse na satisfação do cliente. Relativamente à satisfação do cliente, são-lhes feitos inquéritos, questionando-os sobre vários tópicos. O cliente deve avaliar a qualidade de diferentes serviços/produtos da empresa de acordo com uma escala 1-4 (1-Não satisfatório; 2-Suficiente; 3- Bom; 4- Muito Bom). A resposta a estes inquéritos serve para construir gráficos para que se avalie cada um dos tópicos, de modo a saber o que é mais urgente melhorar. De entre os tópicos avaliados estão incluídos: serviço de apoio ao cliente; disponibilidade do comercial; acesso à informação técnica; capacidade de resposta aos pedidos; reações às não-conformidades; serviços administrativos; competência do comercial; desempenho sensorial; relação preço/qualidade visual; desempenho na linha de engarrafamento; aspecto exterior da rolha; capacidade de vedação; embalagem; segurança alimentar. Os últimos tópicos são os de maior interesse para os responsáveis da qualidade.

Em conjunto com estes tópicos, a análise das reclamações também informa sobre o que deve ser melhorado no que toca à qualidade. As reclamações podem ser classificadas em mais ou menos severas, podendo implicar perda de cliente. Pode-se ainda fazer uma quantificação total/percentual das reclamações para analisar a sua evolução temporal. Dos motivos de reclamação associados à qualidade, questões sensoriais (cerca de 2% dos lotes), manchas de ferro (cerca de 1% dos lotes), qualidade visual (cerca de 0,8% dos lotes) e fugas (cerca de 0,4% dos lotes) foram as principais razões de reclamação. Com base nos resultados das reclamações, medidas podem ser implementadas, como: maior seletividade dos fornecedores com base no histórico; aumento de amostragem; lotes “mais limpos” para clientes mais críticos; tornar os critérios da qualidade mais apertados; auditar fornecedores; verificar modo de misturar lotes; aprender com os defeitos observados pelos clientes (visual); reforço da seletividade/formação na escolha visual. Quando há uma reclamação, o laboratório da CSP avalia as reclamações para saber se são ou não justas. Se as críticas forem justas, está gerado um custo associado à qualidade. Como se tinha visto atrás, custos de não-qualidade incluem: devoluções, custos de transporte, retrabalho/revalorização do produto, novo controlo de qualidade, indemnizações, os quais podem ter uma importância significativa.

Relativamente ao dossier de segurança alimentar, é prática comum a monitorização dos pontos críticos de controlo que lhe são associados. Como se acabou de dizer, existe uma tabela que sumaria informação sobre os PCV's que são controlados pelo laboratório (ver “Anexos/Anexos Confidenciais/GP08-Controlo Qualidade CSP/Tabelas/GP08-T00-3 - Pontos Críticos de Verificação”). Os PCV's associados à segurança alimentar analisados no

laboratório da CSP1 são: ferro, cloro e peróxidos na água da lavagem (com kit de tiras coráveis, cuja intensidade da cor aumenta com a concentração), haloanisóis na água e no álcool do INNOCORK (converte-se estas amostras a solução etanólica 12% e faz-se a análise de TCA com o PE04), no ambiente fabril (PE19), nos sacos plásticos, etiquetas (PE21 + PE04) e nas caixas de cartão (PE22 + PE04) e os halofenóis nas caixas de cartão e sacos de plástico (PE22/PE21 + PE49). Estes ensaios têm os seus procedimentos associados e os seus resultados são registados com a frequência com que está determinada a monitorização de cada parâmetro. Assim, logo que os limites de aceitação são ultrapassados, rapidamente se podem aplicar medidas corretivas.

O departamento de investigação e desenvolvimento, para além de ser responsável por atividades de investigação e desenvolvimento, tem também responsabilidades de análise instrumental. Por exemplo, cabe a este departamento gerir e manter os equipamentos de análise cromatográfica e revalidar os métodos de análise que lhe estão associados (construir cartas de controlo, reavaliar os limites de deteção e limites de quantificação, calibrar os aparelhos, entre outros). Este departamento está envolvido em vários projetos de investigação com o objetivo geral de acrescentar valor ao produto. Por exemplo, diminuir a contaminação das rolhas com tricloroanisóis ou diminuir a quantidade de defeitos visuais nas rolhas, melhorando a escolha eletrónica.

3.APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS E FERRAMENTAS LEAN À FÁBRICA E LABORATÓRIO DA CSP4

3.1 Lean da Fábrica

Não tive qualquer papel na aplicação dos princípios LEAN à fábrica/produção. Este sub-capítulo serve de exercício de aplicação do LEAN a uma fábrica e, pode dar algumas ideias a quem o for aplicar à mesma fábrica. Como desconheço dados reais e, como não tive formação para o aplicar, este é um exercício que tem base naquilo que estudei da Filosofia LEAN, naquilo que fiquei a conhecer da fábrica e em dados fictícios por mim inventados.

A meu ver, a aplicação da Filosofia LEAN a uma fábrica, requer conhecimentos de vários tipos, entre os quais: quantidade média procurada de vários tipos de produto/unidade de tempo (tão detalhada a data da procura quanto possível); valor da peça de cada produto; Takt Time (tempo de produção por dia/nº de peças encomendadas por dia); Tempo de ciclo (tempo de produção por dia/nº de peças produzíveis por dia); capacidade produtiva de cada fase do processo (conhecendo melhor o processo limitante); entre outros. Vamos começar pela estimativa da capacidade produtiva.

Tabela 11 - Capacidade produtiva dos diferentes processos em rolhas/segundo.

Processo	Capacidade Produtiva
Recepção, Desinfecção, Secagem, Envio p/ silos	90 minutos de desinfecção (2 tambores de desinfecção)/180kgs = 45 minutos de desinfecção/180kgs = 15s/kg = 67g/s = 12 rolhas/s
Extrusão (20 mesas de extrusão; 10 extrusoras)	10cm/min/bastão = 10cm/min*10 tubos*20 mesas extrusoras = 2000cm/min = 34cm/s = 8 rolhas/s (total)
Moldação (2 moldadoras; 1 champ; 1 vinho)	~4 rolhas/s (total)
Corte Extrusão (1 máquina)	8 rolhas/s/ (1 máquina)
Corte Moldação (4 máquinas)	~4 rolhas/s (as 4 máquinas)
Colagem (4 máquinas; 2 champ; 2 1+1)	2 rolhas/s champ; 2 rolhas/s 1+1 (total)
Retificação (4 máquinas; 2 chanfrar)	4 rolhas/s (total)
Lavação (2 tambores)	3h/lavação (90.000 rolhas/lavação) = 3h/2 lavações (180.000 rolhas/ 2 lavações) = 180min>180.000 rolhas = 1min>180 rolhas = 3rolhas/seg (total)
Estufa	16 contentores/dia = 480.000/dia = 20.000/h = 333/min = 5.5rolhas/s
Escolha Eletrónica (4 máqs)	5 rolhas/s (total)
Pesagem (2 máqs)	2.5 rolhas/s (total)
Inspeção Visual (4 tapetes)	20 rolhas/s (total)
Contagem (3 máquinas)	Não é limitante de certeza.

Embora os dados da tabela anterior sejam apenas estimativas, eles fazem sentido em comparação uns com os outros e fazem sentido tendo em conta o que observei na fábrica

(exemplo: os processos mais rápidos a pararem de vez em quando, por excesso de stock). A fábrica não está acabada, e espera-se que mais máquinas venham a entrar no processo, provavelmente para equilibrar a capacidade produtiva de cada passo do processo. Por esta análise, devem faltar umas 4 máquinas à colagem e umas 4 máquinas à retificação, entre outras e, há ainda espaço para elas. Vou considerar que esta fábrica tem então uma capacidade produtiva máxima de 8 rolhas/segundo (conforme o processo limitante), ou seja, cerca de 700.000 rolhas/dia. Vou considerar ainda que a empresa se preparou para produzir mais 25% do que a sua procura, o que daria uma procura de cerca de 525.000 rolhas/dia. Vou ainda supor que, 1/3 destas rolhas são aglomeradas, 1/3 são 1+1 e 1/3 são de champanhe e que, as primeiras custam 0,10€/peça e as segundas e terceiras custam 0,20€/peça. Isto corresponderia a 17.482€ por dia em rolhas aglomeradas e 35.000€ em rolhas 1+1 e em rolhas de champanhe por dia. Ou seja, diariamente seriam produzido um valor de cerca de 87.475€.

A pergunta-chave que se coloca nesta fase é: que sistema de gestão da produção devo adoptar para garantir que tenho produto com qualidade pronto, quando o cliente pedir, sem ter muitos custos de stock? Seria conveniente que, logo que o cliente fizesse uma encomenda se pudesse ter já o produto por ele pedido em stock para envio rápido. Apesar de isto ser um exercício sem conhecimento da prática, deduzo que a stockagem final não seja boa solução, tal é a diversidade de produtos. Vamos supor um número de produtos: 3 lavações x 10 calibres x 3 tipos de rolha (1+1, champanhe, aglomerado) x classe visual dos discos (número ?) x outros. Isto daria uma diversidade de produtos grande, o que me faz predizer que - embora possam existir stocks para os produtos mais comumente encomendados -, é mais normal receber a encomenda e só depois iniciar a produção da encomenda específica. Prevendo isto, deduzo que o sistema de gestão da produção e stocks se faça com esta premissa: primeiro recebe-se a encomenda, depois produz-se. É também neste sentido que faz sentido o LEAN, isto é, para que a produção se possa ajustar para responder rapidamente a uma encomenda. Apesar disto, compreendo que, num período de menos encomendas, para não se parar a produção, se possa acumular stock.

Tendo em conta o parágrafo anterior, hipoteticamente, aquilo que teríamos seria um stock de produto semi-acabado (produto final da CSP4) correspondente à diferença entre a procura média máxima de um determinado produto em um mês e a capacidade produtiva máxima de um determinado produto em um mês. Isto deveria garantir que não existiriam quebras na resposta às encomendas. Compreendo que existam sistemas de organização e gestão de stocks, a nível físico e documental, mas não entro aqui nesses assuntos. Outra das

possíveis questões teria que ver com a quantificação do stock intermédio (entre passos do processo). Deve-se dizer que, o sistema kanban não se parece ajustar muito bem ao contexto produtivo da indústria rolheira, isto porque, em alguns passos do processo, há já uma variedade de produtos grande, o que tornaria o stock intermédio também ele muito grande. É mais conveniente pensar os níveis de stock intermédio para o contexto específico. Penso que é simples manter um stock intermédio apenas para os sectores da granulação (Big Bags pré-desinfecção, pós-desinfecção e Silos), pós-moldação (corpos) e pós-extrusão (bastões), porque a partir daqui é que se começa a afinar e a dar origem a diferentes produtos (calibres, lavações, classes visuais, etc.). Penso que os níveis de stock intermédio deveriam ser determinados com base na capacidade de armazenamento e nem tanto com base em justificações para a existência de stock intermédio (caso de fornecedores ou máquinas falharem). Nesse sentido, o cálculo do nível de stock intermédio nos sectores referidos tem que ver com a capacidade de armazenamento, porque entendo que não serão uns poucos dias de armazenamento que irão afectar a qualidade do produto. Após esse cálculo, organiza-se essa matéria-prima ou produto semi-acabado no espaço segundo a ordem FIFO (ver “Anexos da Tese/Anexos Confidenciais/GP10-Produção CSP4/Procedimento/PE01”).

Outra questão fundamental tem que ver com o sistema de gestão da produção, isto é, com a questão: quais são os procedimentos que vão ser adotados para que a produção fabrique aquilo que é pretendido quando é pretendido e de modo que haja sincronização entre os processos? Por conversa com pessoal da produção apercebi-me que na CSP1 não existia um sistema tipo kanban informatizado associado a um quadro kaizen. Simplesmente, na CSP1, existia alguém que coordenava a produção em cada sector, a quem eram entregues ordens de produção e que as comunicava a cada sector da produção, passe a redundância. Mais uma vez, concluo que o sistema kanban informatizado não teria sido adotado pela quantidade de stock intermédio que iria exigir. No caso da CSP4, do mesmo modo, o supervisor da produção deveria planear a produção e coordená-la com os chefes de sector pela via de ordens de produção, mantendo a sincronização de processos.

Associada à sincronização dos processos e à coordenação da produção está o quadro kaizen, descrito na figura 11 desta tese. Este quadro resume várias informações importantes para a coordenação de um sector, a serem preenchidas pelos chefes de cada sector. Seria então necessário, seguindo bons exemplos, montar estes quadros kaizen em cada sector da CSP4 (ajustados à sua realidade) ou, se possível, inventar uma solução melhor. A construção e definição do que neles consta é em si mesmo, uma tarefa extensa.

É junto àqueles quadros que a equipa de cada sector se reúne diariamente durante alguns minutos para discutir os vários assuntos que se considerem necessários. Esta discussão, cooperação, melhoria contínua está associada a outro aspecto fundamental da filosofia LEAN, a cultura organizacional. A filosofia LEAN pressupõe vários aspectos organizativos e culturais: boa coordenação/cooperação entre equipas, envolvimento e compromisso dos trabalhadores, mentalidade de melhoria contínua, entre outros. Para esta organização e cultura são então fundamentais os quadros kaizen, mas também formação dada a cada trabalhador. Por um lado, os quadros kaizen e as reuniões diárias, contribuem para a coordenação das equipas e para o envolvimento/compromisso, porque dá a sensação aos trabalhadores de que fazem parte e podem contribuir para a melhoria do sistema. A formação seria outro aspecto fundamental para gerar este tipo de organização e cultura. Nesse sentido, para além da elaboração de quadros kaizen ajustados à CSP4, deveriam existir períodos de formação dos trabalhadores e chefes de cada sector, para que entendessem o sistema e interiorizassem a cultura pretendida. A meu ver, formação de 6S seria uma boa ideia e, seguidamente à formação nesta área, poder-se-ia pedir aos trabalhadores de cada sector para organizarem o seu espaço de trabalho usando esta ferramenta, período após o qual poderiam ser feitas auditorias. Poder-se-iam ainda distribuir as instruções de trabalho pelos sectores e, pedir aos trabalhadores que revissem a instrução que lhes corresponde para verificarem se está correta/atualizada. Estes seriam outros aspectos a desenvolver na aplicação do LEAN à CSP4. Ainda associados à cultura LEAN, estariam a melhoria contínua e a aplicação de auditorias, as quais servem também para manter o pessoal em ordem, com vontade de mostrar que o seu sector está a funcionar bem e, as quais podem dar também dicas de melhoria. Como referi atrás, pessoal experiente poderia aplicar os formulários de auditoria aos vários sectores, avaliá-los e propor melhorias em conjunto sabendo que, numa fase inicial, não serão ainda esperadas boas avaliações nos sectores da CSP4. No mínimo, iria contribuir para que cada trabalhador se mantivesse organizado.

Um dos outros aspectos fundamentais do LEAN tem que ver com a análise da cadeia de valor e a eliminação de desperdícios. Relativamente à análise da cadeia de valor, na CSP4, uma análise superficial faz-me pensar que não existam processos que não acrescentam valor ou que, não acrescentando valor, não são necessários. Apesar disso, podem haver desperdícios de vários tipos, o que requer uma análise aprofundada. Por exemplo, relativamente aos tempos de vários processos, talvez pudessem ser otimizados. Embora estes estudos possam já ter sido feitos, pode-se colocar a questão: será que o tempo da desinfeção, secagem, da velocidade da extrusão, da velocidade da passagem dos corpos da moldação na

estufa, do programa da lavação, etc., não podem ser otimizados? Claro que isto necessita de estudos e, seria necessário também saber da utilidade destas otimizações porque, é sempre mais útil otimizar o processo limitante. Outros desperdícios importantes teriam que ver com a própria sequência de trabalho de cada trabalhador ou com a organização do espaço, o que mais uma vez requer análise detalhada. Um outro aspecto que considero importante na análise de desperdícios é a análise SMED, ou seja, a análise ao modo como se ajustam as condições para se dar início a uma nova e diferente produção. Por exemplo, a meu ver, a máquina de corte precisa de uma análise e procedimento para troca das serras. Embora outros setups possam ser mais automatizados, é possível que uma análise mais detalhada permita desenvolver procedimentos nos vários setores para reduzir tempos de setup e tempos de manutenção.

Ainda associado aos desperdícios, poderia estar a marcação do chão da fábrica/organização do espaço da mesma. Claro, esta tarefa, como outras, deve ser realizada por pessoas experientes e tendo em conta bons exemplos. Requer que se perceba com muito detalhe todo o processo da fábrica. Como se percebe, esta marcação do chão é autoreguladora do espaço e, claro, pode ser apagada e refeita. Não só a marcação do chão como a etiquetagem de vários espaços, componentes, etc., facilitam que o trabalhador possa perceber mais rapidamente onde estão ferramentas, onde as deve deixar, entre várias outras questões. Todo este trabalho estava também por fazer na CSP4.

Figura 23 - Exemplo de chão marcado.



Outras questões básicas têm que ver com três aspectos relacionados e que têm como objetivo que não haja quebras/paragens na produção, são elas: análise das causas de falhas, manutenção preventiva e Master Quality Plan. Ou seja, tem de haver um plano (e estava a ser construído), para responder a cada tipo de falha (eletricidade, ar comprimido, etc.) ou avaria, para que a produção não fique parada. Este plano tem começado a ser feito prevendo quais os fatores fundamentais a que funcione a produção e quais as falhas mais comuns e, pela criação de planos de reação correspondentes.

Todo este processo contínuo de implementação da Filosofia LEAN requer experiência, conhecimentos detalhados do processo, gestão da produção, etc. e, tem de ser aplicado por quem tenha capacidade para o fazer. No meu caso, gostaria de ter aprendido com exemplos como se faria esta implementação. Fica aqui apenas um pequeno exercício meramente especulativo sobre o assunto.

3.2 Lean do Laboratório

Como se disse, a agora CSP4 está a ser construída a partir de uma antiga empresa que entrou em insolvência sendo que, o laboratório foi encontrado num estado de abandono. Sujo, com vários equipamentos espalhados, sem computadores ou rede, com várias estruturas a necessitarem de reabilitação (canalizações, eléctricas, entre outras). Isto ajuda a perceber que o processo de reabilitação do laboratório foi um pouco trabalhoso.

De entre as várias mudanças ao nível de infraestruturas incluem-se: reabilitação das canalizações; novas instalações e quadro eléctrico; limpeza do teto; reabilitação das fontes de ar comprimido; reabilitação e introdução de novos armários; limpeza a fundo do chão, paredes, armários e equipamentos; montagem da rede de Internet e distribuição de computadores. Ao mesmo tempo, os “macro-espacos” iam sendo definidos: escritório, sala de sensorial, sala de cromatografia gasosa, outros.

Como se disse, o processo de construção e organização do laboratório foi trabalhoso, tendo seguido, de modo não tão sequencial, as seguintes etapas:

- 1- Definição dos produtos a fabricar em função da procura esperada do mercado.
- 2- Definição das condições de produção necessárias para se fabricar a qualidade e quantidade de produto definida. Nesta componente já se definem as especificações técnicas dos produtos.
- 3- Definição de um sistema de rastreabilidade. Em combinação com os estudos à produção, pode ser definido o sistema de rastreabilidade e, com isso fica definido o que é um lote. Os lotes foram inicialmente definidos do seguinte modo: letra da secção de trabalho + data + turno. Exemplo: C200716-1. O que significa: rolhas provenientes da colagem, produzidas na data de 20-07-16, pelo turno 1. E- Extrusão; M- Moldação; C- Colagem; R- Retificação; L- Lavação; EE- Escolha Electrónica; IV- Inspeção Visual CR- Corte. Isto é um pré-sistema de rastreabilidade simples, comparativamente ao que se espera que venha a ser o sistema de rastreabilidade da CSP4.
- 4- Definição dos planos de inspeção e ensaio. Com base nas especificações técnicas, no sistema de rastreabilidade e nos estudos à produção, poderam ser definidos os planos de inspeção e ensaio. Sendo eles confidenciais, eis um exemplo de estrutura PIE:

Tabela 12 - Exemplo de estrutura de PIE.

Local de Recolha	Ponto de Controlo	Parâmetro	Amostragem	Método	Critério	Responsável
Secção Extrusão	PC 1.14	Humidade	2 Bastões/Mesa Extrusora/Lote	PE59	7-9%	Téc. Lab.

- 5- Em função dos PIEs, é possível organizar tudo o resto de forma integrada, a saber: plano de amostragens; previsão do trabalho de controlo de qualidade, determinação dos tempos necessários para executar cada tarefa e previsão da quantidade de trabalhadores necessários; fluxo de trabalho de cada trabalhador; organização do espaço do laboratório; previsão das necessidades de equipamento, materiais e reagentes para os ensaios a realizar e, aquisição dos mesmos; gestão dos equipamentos de medição e monitorização; construção da base de dados da qualidade e produção (procedimentos, tabelas, registos, etiquetas, relatórios, documentos para registo de entrada de lotes, entre outros); definição de sistema de contra-amostras, de gestão de amostras de referência e de reposição de amostras; entre outros.
- 6- Com a integração desta informação, progressivamente se vão tomando decisões.
 - 6.1- Foi realizado um inventário dos equipamentos, materiais e reagentes que tinham sobrado do laboratório anterior. Em função dos ensaios previstos definiram-se os equipamentos, materiais e reagentes necessários. Com base nesta relação, identificou-se, embalou-se e enviou-se o que não era necessário para a arrecadação (principalmente material de microbiologia). Sobraram itens necessários, os quais tiveram de ser estudados (manuais dos equipamentos) e experimentados para ver se estavam aptos. O que não funcionava em condições foi também enviado para a arrecadação (onde tudo foi organizado também), onde aguardavam decisão. Comparando o que era necessário com o que se tinha, listou-se os equipamentos, materiais e reagentes em falta para que fossem encomendados.
 - 6.2- À medida que melhor se iam compreendendo as tarefas exatas de que seria encarregue o laboratório, se pensava também a organização do espaço do laboratório, tendo este sido reorganizado algumas vezes até à versão mais atual que conheci. A definição dos espaços, embora não fosse perfeita e

pensada de raíz, tinha alguma razão de ser, por exemplo: o Medcork deveria ficar perto de computador e de fonte de ar comprimido, assim como o torsiómetro; sala de sensoriais, com espaço para os ensaios previstos, fica bem isolada com os materiais necessários para funcionar; absorção fica perto da banca porque é necessária água para o ensaio; água fervente em panela de pressão a ser feita numa hotte para que vapores não se libertem para o laboratório; entre outros. É certo que esta organização não é perfeita. Idealmente poder-se-iam alterar infraestruturas do laboratório em função de um fluxo de trabalho mais eficiente. No entanto, constrangimentos de tempo e recursos, levaram a uma solução possível mas não necessariamente permanente (progressivamente se podem introduzir mais melhorias). À medida que se definiam os espaços, gavetas e armários, estes eram etiquetados como forma de informar e de os auto-regular (exemplo: gaveta do material de escritório, dos sacos pequenos; “descer cilindro” do aparelho de vedação). Com isto, a gestão do espaço foi melhorando (ver figura 24 e 25).

- 6.3- Foram determinadas as tarefas a desempenhar e foi pensado um bom modo de as dividir de modo eficiente. Após se determinar o volume de trabalho necessário com base nos planos de inspeção e ensaio, estimou-se o tempo de realização de cada ensaio e dividiu-se o trabalho, até este ficar equilibrado. Posteriormente, desenhou-se um fluxo de trabalho para cada um dos trabalhadores do laboratório. Escreveu-se também um plano de amostragens para cada trabalhador e preparou-se as etiquetas para o trabalho que viria a tornar-se rotina, para facilitar a amostragem e identificação dos lotes. A sequência de trabalho proposta após esta análise está apresentada na tabela 16.

Figura 24 - Lay-out do Laboratório da CSP4 após a sua organização e organização de armários e gavetas.

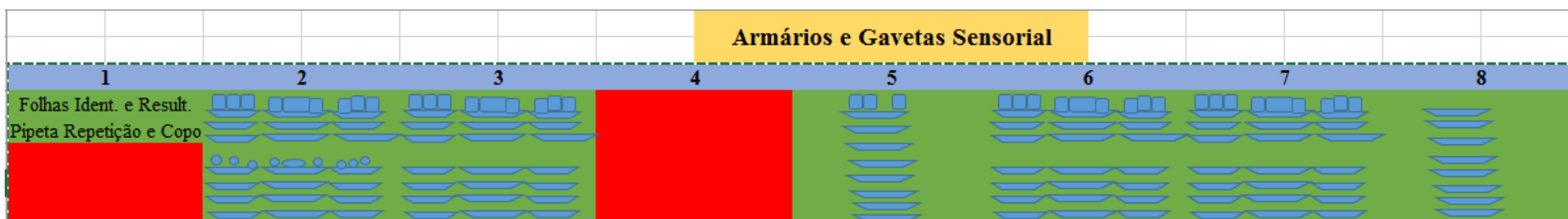
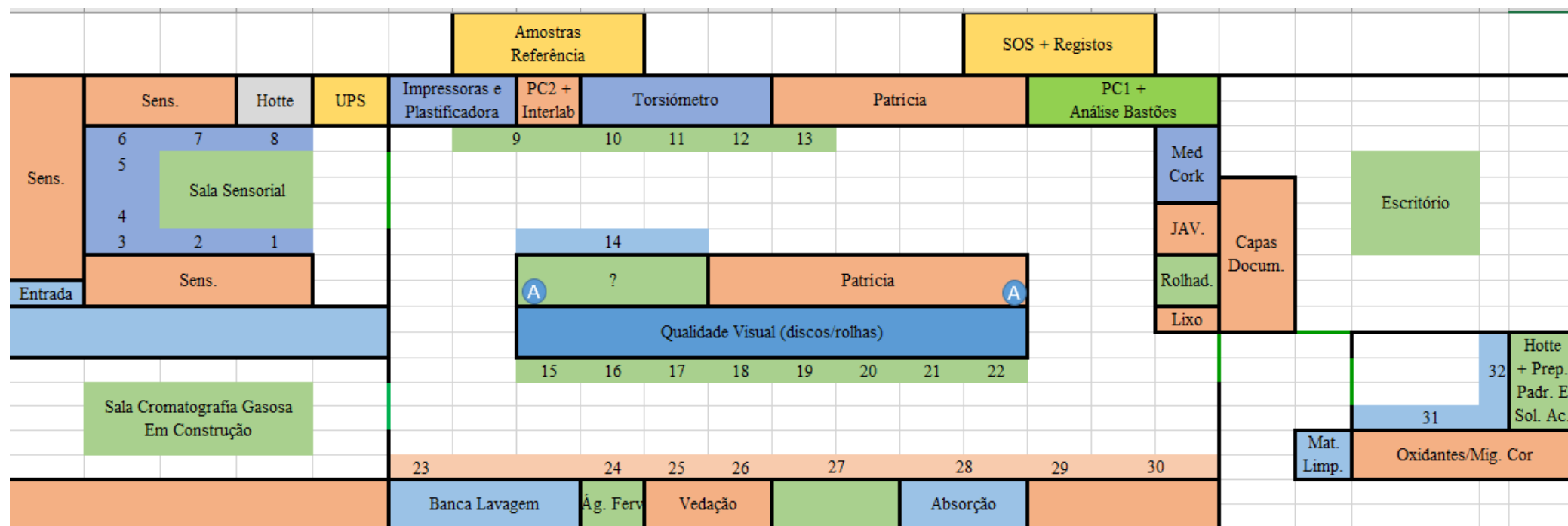


Figura 25 - Lay-out do Laboratório da CSP4 após a sua organização e organização de armários e gavetas.


				Armários e Gavetas PC2								
9- Armário Suspenso		Amostras Referência		10	11	12	13	14	14			
Padrões	Padrões	Padrões Discos		Registro	Material Escritório	Aqua-Boys	Paquímetros	Term. InfraV; Outros	Frascos GC		Frascos GC	
Padrões	Padrões				Consumíveis + MRW							
					Etiquetas e Cola							
				Papel e Plástico								
				Gaveta Pessoal								
				Armários e Gavetas QV								
15	16	17	18	19	20	21	22					
	Padrões Cor/Lav.		Sacos Pequenos									
			Sacos Médios									
Contra-Amostra	Contra-Amostra	Contra-Amostra	Sacos Grandes	Contra-Amostras	Contra-Amostras	Contra-Amostras	Contra-Amostras					
Discos A-B	Discos C-D	Expedição 1+1	Sacos Zip	Expedição Champanhe	Expedição Aglo	Expedição Micro						
			Sacos Lixo									
				Armários e Gavetas Ensaios/Lavagem								
30	29	28	27	26	25	24	23					
SOS	Calib. Med.			Frascos Abs.	Moldez e Chave		Papel de Mãos	Álcool Etilico				
Sacos												
				Armários Sala Pequena								
31	32											
Tabuleiros com frascos		Louça Variada										

Tabela 13 - Número de ensaios previstos para o laboratório e sua divisão pelos técnicos e Diretora.

							Número de ensaios diários previstos para o laboratório																
Ponto de Controlo	Classe Visual	MedCork	Humidade Discos	Humidade Granulado	Diâmetro Disco	Espessura Disco	Densidade Granulado	Granulometria	TCA migrável	Peso Bastão	Teor de Peróxido	Absorção	Análise Sensorial	Momento Torsor	Comprimento	Diâmetro Bastão	Resistência Água Ferv.	Vedação	Humidade Corpo	Densidade Bastão	Aglomeração		
1.0				1			1	1	15														
1.6							6		12														
1.14										120		60		30	120	120	60	60	120	120	120		
1.15												18		30			30	30					
1.21		30																	30				
1.24	200		32		32	32			5				200										
1.27	1200																120						
1.35/1.37											27												
1.39	900																						
Prod. Fin.	300	96							15		27	18	150	30			15	24					
Total	2600	126	32	1	32	32	7	1	47	120	54	96	350	90	120	120	225	114	150	120	120		
Tempo/Teste	0.15	0.63	0.17	0.25	0.17	0.17	0.25	13	3	0.25	10	0.5	0.2	0.25	0.17	0.25	0.2	2	0.17	0	0.15		
Turno 1	800	42							5	40	18	32	50	30	40	40	75	38	50	40	40		
Turno 2	1000	42	32	1	32	32	7	1	37	40	18	32	250	30	40	40	75	38	50	40	40		
Turno 3	800	42							5	40	18	32	50	30	40	40	75	38	50	40	40		
Manhã	1600	84	0	0	0	0	0	0	10	80	36	64	100	60	80	80	150	76	100	80	80		
Tarde	1000	42	32	1	32	32	7	1	37	40	18	32	250	30	40	40	75	38	50	40	40		
Temp. Man.	240	52.5	0	0	0	0	0	0	30	20	10	32	20	15	13.6	20	30	152	17	0	12		
Temp. Tard.	150	26.25	5.44	0.25	5.44	5.44	1.75	13	111	10	10	16	50	7.5	6.8	10	15	76	8.5	0	6		
Tempo Necessário Man (Horas)	11.07	Tempo Necessário Tarde (Horas)	8.91	Tempo Necessário Total	19.97	Nº Pessoas Necessárias	2.4968125	Tempo Diretora (Horas)	4	Tempo Técnico 1	7.766166667	Tempo Técnico 2	8.708333333										
Legenda	Téc 1 + Diretora																						

Tabela 14 - Plano de Amostragem.

Plano de Amostragem					
Ponto de Controlo	Amostragem	Quem Recolhe Amostra	Local de Depósito na Fábrica	Quem traz amostra p/ Lab	Local de Depósito no Lab
1.0	1 Saco p/ Técnico 1 + Sacos Individuais p/ Análise de TCA p/ Técnico 2	Fornecedor	Laboratório	Fornecedor	Controlo Recepção 1 e 2
1.6	1 Saco por amostra p/ Técnico 2; Técnico depois entrega sobra para Téc. 1	Operador	Sala de Ensaios de Granulados	Técnico 2	Controlo de Processo 1 e 2
1.14	Sacos com 40 bastões de cada lote; Sacos com 70 corpos de cada lote	Operador	Carrinho da Extrusão	Técnico 1	Controlo de Processo 1
1.15	Saco com 36 corpos por lote	Operador	Carrinho da Moldação	Técnico 1	Controlo de Processo 1
1.21	Saco com 10 corpos por lote	Operador	Carrinho do Corte	Técnico 1	Controlo de Processo 1
1.24	Saco com 32 discos por lote + 50 discos/50.000 discos + 200 discos visual + 200 sensorial	Técnico 1	Armazém de Discos	Técnico 1	Controlo de Recepção 1 e 2 e Dir
1.27	Dividido em sacos com 110 corpos (4 máquinas X 3 turnos = 1200)	Operador	Carrinho de cada máquina da colagem	Técnico 2	Controlo de Processo 2
1.35/1.37	Em sacos com 9 rolhas	Operador	Carrinho da Lavagem	Técnico 2	Controlo de Processo 2
1.39	Em sacos com 100 rolhas (3 classes X 3 Lotes = 900)	Operador	Carrinho da EE	Técnico 2	Dir
Prod. Final	1 Saco com 29 rolhas p/testes/lote + 1 saco p/ sensorial/lote + 1 saco p/ visual/lote + 1 saco p/ dimensional/lote + 1 saco p/peróxidos/lote + 1 saco/30.000 p/ TCA	Técnico 2	Pré-Embalamento	Técnico 2	Controlo de Produto Final e Dir

Tabela 15 - Sequência de trabalho proposta.

Sequência de Trabalho de Manhã	
Técnico 1	Técnico 2
1- Consultar tabela de indicação de amostragem neste excel e pequenos quadros em cima para ver as amostras a recolher .	1- Consultar tabela de indicação de amostragem neste excel e pequenos quadros em cima para ver as amostras a recolher .
2- Dar entrada das amostras a analisar no sistema informático.	2- Preparação de Amostras do dia anterior para Análise de TCA + lavagem (60 mins). (10:00).
3- Preparar as etiquetas, abrindo o seu documento nesta pasta LEAN CSP4.	3- Consultar tabela de indicação de amostragem neste excel para ver as amostras a recolher.
4- Recolher as amostras de discos e granulado, colocar as etiquetas e deixar amostras no carrinho "Controlo de Recepção"/Técnico 1 ou 2 (as de TCA no técnico 2),ou Diretora (as de QV).	4- Dar entrada das amostras a analisar no sistema informático.
5- Recolher as amostras de bastões, corpos da moldação e corpos do corte, dos turnos 3 e 1 e, colocar etiquetas e deixá-las no carrinho "Controlo de Recepção"/Técnico 1.	5- Preparar as etiquetas, abrindo o seu documento nesta pasta LEAN CSP4.
6- Iniciar testes. (9:30)	6- Recolher amostras de rolhas da colagem, de rolhas da lavação, rolhas da EE e de granulados da desinfecção.
6.1- Água Fervente dos 2 Lotes de Corpos da Extrusão. (5 mins).	7- Recolher amostras de produto final de modo representativo. (40 mins) (10:40) (Lanche Manhã 15 Mins)
6.2- Vedação (1 min/rolha) + Absorção dos 2 Lotes de Corpos da Extrusão. Introdução de Resultados anteriores da absorção no SI (25 mins).	8- Colocar 4 amostras para peróxidos a agitar (15 mins). (11:10)
6.3- Momento Torsor dos 2 Lotes de Corpos da Extrusão. Transferência dos Resultados para SI (20 mins).	9- Lavagem de Frascos do Dia Anterior + Preparação de Maceração TCA (Rolhas Final; Desinfecção; Granulado Recepção; Discos). (60 mins) (12:10)
6.4- Vedação (1 min/rolha) + Absorção dos 2 Lotes de Corpos da Moldação. Introdução de Resultados anteriores da absorção no SI (15 mins).	10- Parar agitação de peróxidos, registar resultados e arrumar (10 mins)
6.5- Retirar rolhas da água fervente. Deixá-las a arejar. Colocar 2 lotes de corpos da moldação em água fervente. (5 mins). (10:40) (Lanche Manhã 15 mins)	11- Medir Rolhas no Medcork + Absorção + Momento Torsor Finais (20 mins)
6.6- Vedação (1 min/rolha) + Momento Torsor dos 2 Lotes de Corpos da Moldação. Transferência de Resultados para SI (15 mins). (10:55-11:10)	12- Medir Rolhas no Medcork + Vedação (1min/rolha) (20 mins) (13:00) (Almoço)
6.7- Análise de Bastões do lote do turno 3 (25 mins).	Do amostrado de manhã falta para de tarde: análise visual colagem; Água Fervente Final e da Colagem.
6.8- Retirar Rolhas da Água Fervente e Deixar a Arejar.	
6.9- Análise de Bastões do lote do turno 1 (25 mins). (12:00)	
6.10- MedCork dos Corpos do Corte + Análise da Aglomeração dos corpos da extrusão e moldação. Transferência de todos esses resultados (15 mins).	
6.11- Análise Dimensional e Humidade de Discos (15 mins) (12:30).	
6.12- Lavagem de Lote de Sensorial do Dia Passado + Colocação de Lote Sensorial Discos e Rolhas Final. (30 mins) (13:00) Almoço	
Tudo o amostrado está analisado.	

Sequência de Trabalho de Tarde	
1- Consultar tabela de indicação de amostragem neste excel e pequenos quadros em cima para ver as amostras a recolher .	1- Colocar 2 amostras da colagem + amostra de água fervente final da manhã e água fervente final da tarde. (10 mins).
2- Dar entrada das amostras a analisar no sistema informático.	2- Colocar amostras de peróxidos do processo e final em andamento (10 mins).
3- Preparar as etiquetas, abrindo o seu documento nesta pasta LEAN CSP4.	3- Colocar Dimensional a trabalhar. Enquanto isso, fazer absorção e vedação (1 rolha/min) final. Registro de resultados anteriores. (20 mins) (14:40)
4- Fazer a análise do saço de granulado e introduzir resultados (14:40)	4- Transferência de resultados de dimensional. Envio de resultados de TCA (10 mins)
5- Colocar 10 corpos do corte a medir no Medoork. Enquanto isso, ordenar bastões. Transferir resultados. (14:50)	5- Momento Torsor Final e Transferência de Resultados (10 mins). (15:00)
6- Vedação (1 min/rolha) + Absorção do Lote de Corpos da Extrusão. Introdução dos resultados da absorção no SI (15 mins). (15:05)	6- Colocar rolhas da água fervente a arejar e preparar nova água fervente com 6 amostras da colagem (10 mins).
7- Momento torsor dos corpos da extrusão. Transferência de resultados para SI. (10 mins) (15:15)	7- Ver resultados dos peróxidos e transferi-los (5 mins). (15:15).
8- Vedação (1 min/rolha) + Absorção dos Corpos da Moldação. Introdução de resultados anteriores da absorção no SI (10 mins). (15:25)	8- Preparação de amostras de TCA do dia anterior + lavagem (20 mins).
9- Momento Torsor dos corpos da moldação. Transferência de resultados para SI. (10 mins) (15:35)	9- Colocar amostras finais de TCA da tarde a macerar (10 mins). (15:45)
10- Análise dos bastões (25 mins). (16:00) (Lanche Tarde 15 mins) (16:15)	10- Inicial análise visual de rolhas da colagem. Fletir rolhas da água fervente. (16:00) Lanche (16:15)
11- Análise Sensorial do Lote de Discos e de rolhas final do dia anterior. Introdução de resultados (20 mins) (16:35)	11- Continuar análise visual de rolhas da colagem. (16:50)
12- Preparação do sensorial do lote de rolhas final da tarde (10 mins). (16:45)	12- Preparar água fervente de outras 4 amostras da colagem em conjunto com rolhas do técnico 1. (10 mins)
13- Preparação da análise de água fervente de corpos da extrusão e moldação (5 mins) (16:50)	13- Continuar análise visual de rolhas da colagem. Introduzir resultados (17:20)
14- Lavagem de frascos de discos e rolhas final do dia anterior (30 mins). (17:20)	14- Começar a ver resultados das várias águas ferventes e introduzir resultados. Se houver tempo para mais dedicá-lo ao necessário.
15- Reposição de amostras conforme "Anexos da Tese/Lean CSP4/Sistema de Reposição de Amostras" e outras tarefas necessárias (limpeza, etc.)	15- Colocar rolhas da água fervente a arejar, analisar e registar resultados. (18:00)
16- Secar rolhas da água fervente. Ver defeitos e registar resultados (18:00)	

- 6.4- O sistema de contra-amostras, de reposição de amostras e de gestão de amostras de referência foi também definido (ver “Anexos/Anexos Não Confidenciais/LEAN CSP4/LEAN Laboratório”).
- 6.5- Ao mesmo tempo, vários outros documentos foram sendo escritos: procedimentos e instruções de ensaio do laboratório e da produção, registos do laboratório e produção assim como suas capas, tabelas, etiquetas variadas, documentos para produção de relatórios em excel, documentos para pedido de isenção de álcool, entre vários outros.
- 6.6- O modo de gestão dos DMMs está descrito com detalhe nos anexos da tese, na pasta “Anexos/Anexos Confidenciais/GR03-Gestão de DMMs CSP4/Plano de Processo” mas, farei uma descrição resumida da mesma. Conforme as necessidades de aquisição, são comprados DMMs tendo em conta: gama de funcionamento, erro máximo admitido, orçamentos (pelo menos 2) e assistência pós-venda (formação, calibração, outros). Após a compra, o que se faz na CSP4 é o seguinte:
- 6.6.1- Atribuição de um código interno no cadastro de DMMs (GR03>Registos). O código é composto por uma letra e um número sendo que, a letra corresponde ao sector de uso do DMM e o número corresponde ao número de DMMs existentes num sector à chegada do equipamento (L-Laboratório; S-Supervisor; E-Extrusão; M-Moldação; C-Corte; G-Granulados; W-Lavação; R-Retificação). O documento excel “Cadastro de DMMs” está ordenado pela ordem alfabética do código interno em primeiro lugar e, pelo número do equipamento de cada sector em segundo lugar.
- 6.6.2- Após a compra, o equipamento geralmente não está calibrado e então, pede-se orçamento de calibração à CATIM ou CTCOR, conforme o equipamento (decisão normal definida no cadastro de DMMs). A empresa de calibração é escolhida com base nos critérios: preço, localização, prazo de entrega e na sua acreditação (prioridade aos laboratórios acreditados pelo IPQ).
- 6.6.3- Após decisão de aprovação de orçamento de calibração e após a calibração estar pronta, dá-se entrada completa do equipamento no cadastro de DMMs com as informações que lá são pedidas. Cria-se e preenche-se ainda uma ficha individual para cada DMM com o auxílio do certificado de calibração.

6.6.4- Define-se se o equipamento está ou não apto. Para o fazer tem de se determinar o Erro Máximo Admitido (VMA) do DMM que se calcula do seguinte modo: $1/3 \times \text{Amplitude da Tolerância}$. Exemplo: tolerância da humidade de 4%; $1/3 \times 4\% = 1,33\%$. Os maior valores de $|\text{erro}|$ mais a $|\text{incerteza}|$ dos testes de calibração têm de ser inferiores ao erro máximo admitido. Se assim for, o equipamento diz-se apto.

6.6.5- Determinação da periodicidade de calibração do equipamento.

Se $|d| + |u| \leq 30\% \text{VMA} \rightarrow p = 2 \times p_a$;

Se $|d| + |u| \geq 80\% \text{VMA} \rightarrow p = 1/2 \times p_a$;

Se $30\% \text{VMA} \leq |d| + |u| \leq 80\% \text{VMA} \rightarrow p = p_a$.

$|d| = |\text{erro máximo}|$; $|u| = |\text{incerteza máxima}|$; $p = \text{período atual}$; $p_a = \text{período anterior}$.

6.6.6- Se estiver apto, pode-se guardar o certificado de calibração numa capa e entregar o DMM a quem o vai usar regularmente. Na capa, os certificados são etiquetados e ordenados pela mesma ordem que o código interno. Os DMMs são também etiquetados com o código interno. A pessoa que fica responsável pelo DMM assina o GR-03/R01 e, este registo é guardada em conjunto com os certificados de calibrações.

6.6.7- Se não estiver apto, avalia-se a possibilidade de ajuste do equipamento e, caso este ajuste não seja possível, considera-se o equipamento fora de serviço.

Componentes desta abordagem estão mais completos em: “Anexos/Anexos Não Confidenciais/LEAN CSP4/LEAN Laboratório”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese teve como tema “Aplicação da filosofia LEAN - design do fluxo dos processos e seu controlo na perspectiva da qualidade e da segurança alimentar”. Durante o estágio foi possível desenvolver muito significativamente a base de dados e o sistema de controlo da qualidade com: o design do fluxo dos processos, a definição dos planos de inspeção e ensaio, a escrita dos procedimentos/instruções de ensaio/trabalho do laboratório/produção ou a criação de um sistema de registo de resultados e relatórios (entre vários outros documentos necessários). Foi possível organizar o espaço de trabalho com base nos princípios LEAN: levantamento de necessidades de equipamento e sua aquisição, definição dos espaços de trabalho ou organização dos recursos pelos espaços de trabalho. Foi também possível a criação de um sistema de gestão dos DMM's, cujo funcionamento é agora muito prático. No fundo, houve um contributo importante para o desenvolvimento do laboratório da CSP4.

Apesar dos referidos avanços, alguns aspectos ficaram por resolver, entre os quais: a definição mais avançada de um sistema de rastreabilidade (de construção muito complexa no caso), a organização sistemática das sequências de trabalho no laboratório e, aquilo que em parte foi minha tarefa, uma melhor organização dos espaços da produção (conforme os princípios LEAN). Gostaria de ter contribuído mais para o desenvolvimento desta nova unidade fabril (CSP4) e para o meu próprio desenvolvimento.

Considero que o estágio foi-me útil no âmbito da referida indústria como introdução ao controlo de qualidade, produção e filosofia LEAN aplicados a este ramo, o que me permite ter conhecimento técnicos úteis, principalmente no controlo de qualidade. Esta tese vale, para mim pessoalmente, de base de dados reformulável e reatualizável para o ramo da indústria rolheira.

Nestas, como noutras áreas desta indústria, espero continuar a ter formação e a recolher informação que melhor complete esta base de dados e, se possível, espero poder trabalhar na mesma área, porque lhe ganhei algum gosto. Este trabalho obrigou-me ao mesmo tempo a aprender e organizar informação. Fica um trabalho/base de dados com informação teórica e prática relativa à indústria rolheira, passível de continuar a crescer e a atualizar. Além dos temas incluídos na tese e seus anexos, vários outros suscitaram a minha curiosidade, entre os quais: aprendizagem do desempenho de várias etapas do processo de produção; manutenção de máquinas; enologia; gestão de produção e gestão industrial; gestão de stocks; gestão de recursos humanos; análise estatística e vários softwares. Ainda poderei ter formação nestas áreas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. B. Vasconcelos, “Gestão da Segurança Alimentar – Adaptação da ISO 9001 à ISO 22000,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.
- [2] S. S. Pereira, “Conheça a maior PME do País: Faz rolhas para todo o mundo e tem uma fábrica na China.” *J. Económico Digit.*, 2015.
- [3] S. S. Pereira, “Cork Supply investe 16 milhões em fábrica de rolhas de champanhe,” *J. Económico Digit.*, 2015.
- [4] M. Zeferino, “Aplicação de metodologias Lean e de Ergonomia numa Indústria Corticeira,” Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa, 2014.
- [5] Macedo Pedro Fernando Ferreira, “Sistema CONWIP (Constant Work In Process),” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2014.
- [6] M. T. Carvalho, “Lean Manufacturing na indústria de revestimentos de cortiça,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.
- [7] L. P. F. Batista, “Estabilidade operacional assegurada por metodologias Kaizen Lean na Amorim & Irmãos, SA – UI Champcork,” FEUP, 2013.
- [8] “Wikipedia.” [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki>. [Accessed: 14-May-2016].
- [9] U.-U. da F. Mediterrânica, “Guia de Comercialização de Cortiça no Campo.” União das Florestas Mediterrânicas, 2013.
- [10] L. Gil, *Cortiça: Produção, Tecnologia e Aplicação*. Lisboa: INETI, 1998.
- [11] APCOR, “Manual Técnico. Rolhas.” 2014.
- [12] “Documentação Interna à Cork Supply Portugal.”
- [13] R. Jackson, *Wine Science: Principles and Applications*, 3^a ed. 2008.
- [14] “Site da Cork Supply.” [Online]. Available: <http://www.corksupply.com>. [Accessed: 21-Dec-2015].
- [15] “Site da Confédération Européenne du Liège.” [Online]. Available: <http://celiege.eu>. [Accessed: 26-Dec-2015].
- [16] C. S. V. Pedra, “Otimização de Revestimentos em Rolhas Naturais,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2013.
- [17] “Site da Henri Filhos S.A., Produtos de Cortiça.” [Online]. Available: <http://www.henrifilhos.com/index.php?id=3&opc=7>. [Accessed: 11-Jun-2016].
- [18] Confédération Européenne du Liège, “Código Internacional das Práticas Rolheiras – Versão 6.05,” 2013.
- [19] M. Bicho and A. Azevedo, “A Qualidade e a Indústria da Cortiça.”
- [20] CTCOR, “Manual Rastreabilidade,” 2015.
- [21] R. Pereira, “Rastreabilidade na Indústria das Rolhas,” Faculdade de Ciências e Tecnologia da

Universidade Nova de Lisboa, 2014.

- [22] APCOR, “História.” [Online]. Available: <http://www.apcor.pt/cortica/factos-curiosidades/historia/>. [Accessed: 07-May-2016].
- [23] “Os primórdios da indústria corticeira em Ponte de Sor (1894-1964),” 2014. [Online]. Available: <http://sobreponte.blogspot.pt/2014/04/os-primordios-da-industria-corticeira.html>. [Accessed: 07-May-2016].
- [24] S. Custódio, “A indústria corticeira em Santa Maria da Feira. Potencialidades e fragilidades,” *Cad. Geogr.*, vol. 21, no. 23, pp. 269–282, 2004.
- [25] J. d’ A. Mira, “Origem da indústria rolheira no Norte do País,” 1970. [Online]. Available: <http://www.prof2000.pt/users/avcultur/aveidistrito/boletim09/page37.htm>. [Accessed: 07-May-2016].
- [26] C. Matos and M. Pinto, “A indústria transformadora de cortiça em Santa Maria de Lamas, nos anos 50 e 60,” *Rev. da Fac. Let.*, vol. 4, no. 3, pp. 297–341, 2003.
- [27] Daniel Gaspar Direito, “A Indústria da Cortiça e o seu Potencial de Inovação,” ISEP, 2011.
- [28] APCOR, “Boletim Estatístico 2015,” Lisboa, 2015.
- [29] R. F. Castro, A., Rodrigues. V., Sottomayor, M., Silva F. C., Freitas, “Cortiça - Estudo de Caracterização Setorial,” 2014.
- [30] M. C. Pereira, J.S., Bugalho, M. N., Caldeira, “Cortiça: Cultura, Natureza, Futuro.,” 2015.
- [31] L. Oliveira, M., Oliveira, “A cortiça.” Corticeira Amorim, Lisboa, 2000.
- [32] M. E. Silva, “Apontamentos de Tecnologias dos Produtos Florestais: A cortiça – Suas características e propriedades,” 2010.
- [33] M. F. Silva, “O 2,4,6-tricloroanisol extraído de rolhas de cortiça para solução etanólica,” Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 2013.
- [34] B. C. Vasconcelos, “Migração de 2,4,6-TCA através de Rolhas Neutrocork para um vinho e implementação do método de análise para MDMP.,” Universidade Católica do Porto - Escola Superior de Biotecnologia, 2012.
- [35] R. L. Silva, S.P., Sabino, M.A., Fernandes, E.M., Correlo, V.M., Boesel, L.F., Reis, “Cork: properties, capabilities and applications,” *Int. Mater. Rev.*, vol. 50, pp. 345–365, 2005.
- [36] A. J. R. G. Conde, E., Cadahía, E., Garcia-Vallejo, M.C., Simón, B.F.D., “Low molecular weight polyphenols in cork of *Quercus suber*,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 45, no. 7, pp. 2695–2700, 1997.
- [37] M. F. P. Fonseca, “2,4,6 – Tricloroanisol: validação do método de análise e estudos de adsorção e dessorção em rolhas de cortiça,” Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, 2013.
- [38] C. A. Alves, “Migração de compostos voláteis através de diferentes vedantes de vinho,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2010.

- [39] R. S. of Chemistry, “Chemspider - Search and share chemistry.” [Online]. Available: <http://www.chemspider.com/Default.aspx>. [Accessed: 30-Dec-2015].
- [40] ChemNet, “2,4,6-trichloroanisole.” [Online]. Available: <http://www.chemnet.com/cas/en/87-40-1/2,4,6-trichloroanisole.html>. [Accessed: 30-Dec-2015].
- [41] R. S. of Chemistry, “ChemSpider - Search and Share Chemistry.” [Online]. Available: <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.6620.html>. [Accessed: 26-Jun-2016].
- [42] “Cork Oak Genome Sequencing Project,” 2016. [Online]. Available: <http://www.genosuber.com/>. [Accessed: 14-May-2016].
- [43] Ana M. Vieitez · Elena Corredoira · M. Teresa Martinez · M. Carmen San-Jose · Conchi Sanchez · Silvia Valladares · Nieves Vidal · Antonio Ballester, “Application of biotechnological tools to Quercus improvement,” 2011.
- [44] A. Mesquita, “Gestão da Segurança Alimentar no Sector Rolheiro.” 2010.
- [45] QUALI | Segurança Alimentar, “Os Pré-requisitos.” [Online]. Available: <http://www.quali.pt/haccp/220-pre-requisitos>. [Accessed: 28-Dec-2015].
- [46] A. S. Silva, “HACCP numa Indústria Corticeira: implementação, identificação de pontos críticos e proposta de acções correctivas,” Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2010.
- [47] A. Costa, “Qualidade da Cortiça: Técnicas de Análise de Imagem,” 2014.
- [48] H. Vieira, “Análise de Características da Cortiça Amadia Relevantes para a sua Qualidade Industrial,” Instituto Superior de Agronomia, 2009.
- [49] S. Veloso, “Identificação da micoflora associada à cortiça crua com o defeito da ‘mancha amarela,’” Instituto Superior de Agronomia, 2014.
- [50] Confédération Européenne du Liège, “Código Internacional das Práticas Rolheiras.” 2013.
- [51] M. Dias, “Definição de um sistema de gestão ambiental numa empresa do sector rolheiro da indústria da cortiça – Cork Supply Portugal,” Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2009.

6. ANEXOS

Anexo I - Breve História da Indústria Corticeira

Ao longo da história a cortiça foi usada por vários povos para fabricar calçado, para isolar do frio, como flutuante, como vedante, entre outros usos [22]. A História comumente se refere ao monge Dom Pierre Pérignon (1638-1715) como a alguém que contribuiu para que a cortiça se tornasse o vedante de eleição - por substituição da madeira -, solução logo adotada pela Ruinart em 1729 e pela Moët et Chandon em 1743. Com a normalização do uso da cortiça como vedante no século XVII e XVIII e com o aumento da produção e consumo de vinho, a produção de rolhas de cortiça torna-se um objetivo industrial, desenvolvendo-se esta indústria primeiramente em França, Catalunha e na Sardenha [23]. No século XIX, no Reino-Unido, é patenteada a primeira máquina de fabricação de rolhas, surgem máquinas de contar rolhas, calibrar ou se desenvolve o aglomerado simples. As rolhas com corpo aglomerado e dois discos de cortiça natural são inventadas em 1903.

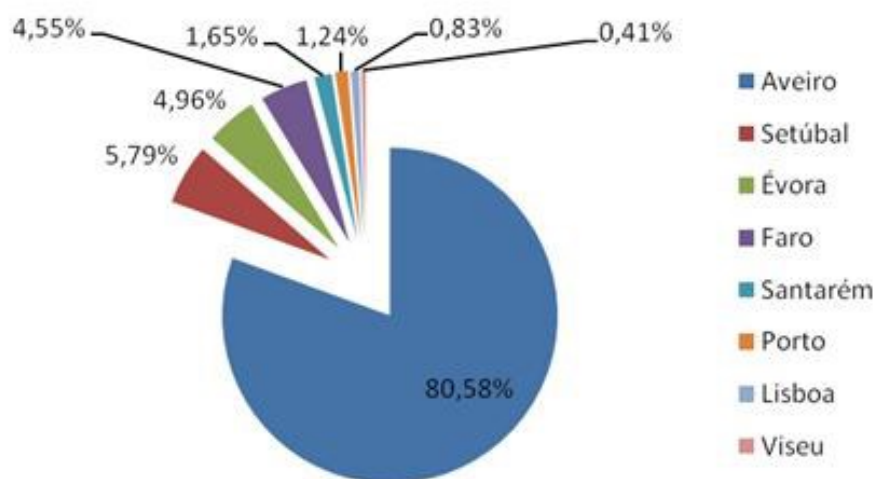
O negócio corticeiro chegou a Portugal na 1ª metade do século XIX porque no Sul havia muita matéria-prima. As fábricas que aqui se instalavam eram geralmente preparadoras de cortiça, muitas delas estrangeiras [23]. A Norte, antes de 1900, tudo leva a crer que pequenos industriais rolheiros se instalaram na zona ribeirinha do Porto, indústria associada à comercialização do vinho do Porto [24]. Em 1912, a indústria rolheira a Norte era técnica e comercialmente atrasada em relação à do Sul do País, exportando principalmente para Inglaterra em regime de consignação [25]. A procura de rolhas vai aumentando progressivamente e, com ela, a indústria rolheira a Norte se foi desenvolvendo e modernizando nas décadas subsequentes. Em 1960, o Distrito de Aveiro já era o mais importante do País no que se refere à indústria transformadora de cortiça, ultrapassando Setúbal e Faro, tendo no concelho de Santa Maria da Feira o seu centro principal [26].

Figura 26 - Fotografias de fábrica rolheira na Publicação Semestral da J.D. Aveiro de Junho de 1970.



Na atualidade, a distribuição das indústrias transformadoras é a apresentada na figura 27.

Figura 27- Distribuição das Indústrias Transformadoras de Cortiça por Distrito em 2009 [27].



A indústria corticeira subdivide-se em 4 sectores: preparação de cortiça, fabrico de rolhas, fabrico de outros produtos de cortiça e comércio por grosso de cortiça. Das 650 empresas desta indústria, 131 centram-se na preparação da cortiça, 388 na fabricação de rolhas de cortiça, 49 na fabricação de outros produtos de cortiça e, 78 no comércio por grosso de cortiça em bruto [28]. Nestas 650 empresas trabalham atualmente cerca de 9000 pessoas. A maioria daquelas são pequenas ou microempresas estão fortemente concentradas na região de Entre Douro e Vouga (80%), principalmente no concelho de Santa Maria da Feira. Os trabalhadores deste sector têm baixos níveis de habilitações literárias e qualificações profissionais intermédias.

Portugal é atualmente o país do mundo com maior área de montado de sobre – 715.870 ha, que corresponde a 34% da área mundial - e com maior produção de cortiça – cerca de 100.000 toneladas, que corresponde a 49% da produção mundial [28]. O valor das exportações de cortiça natural a nível mundial foram de cerca de 130 milhões de euros em 2013 [29], correspondendo a Espanha um valor de 57.186 milhões de euros e a Portugal um valor de 55.433 milhões de euros. Desta cortiça natural - bruta, sem crosta ou simplesmente esquadriada e, desperdícios de cortiça triturada, granulada ou pulverizada -, foi nesta última que se observou um maior crescimento no valor das exportações, passando o seu valor de cerca de 40 milhões de euros em 2010 para cerca de 90 milhões de euros em 2013. Também em 2013, o valor das importações de cortiça natural de Portugal foi de 112.177 milhões de euros, o que significa um saldo de balança comercial negativo no que toca à comercialização

de cortiça natural, que se deve à forte indústria transformadora da mesma em Portugal. 81% das empresas nacionais deste sector tiveram resultados líquidos positivos.

As exportações das obras de cortiça natural (rolhas e outras obras de cortiça natural) e de obras de cortiça aglomerada (cubos, blocos, chapas, folhas, tiras, discos, outros), tiveram a nível mundial um valor de cerca de 1200 milhões de euros em 2013, com Portugal a absorver 777 desses milhares de milhões de euros. Daquele valor de mercado a nível mundial em 2013, as rolhas naturais correspondiam a cerca de 490 milhões de euros e as obras de cortiça relacionadas a rolhas aglomeradas correspondiam a cerca de 580 milhões de euros. Ao mesmo tempo, o valor das rolhas naturais diminuía e o das de obras de cortiça relacionadas a rolhas aglomeradas aumentava. Existe então um aumento da quota de mercado das rolhas técnicas de cortiça. Das exportações de produtos derivados da cortiça em valor económico, tem-se observado de um modo geral, uma diminuição do mesmo nas rolhas naturais, um aumento do mesmo em outros tipos de rolhas (não inclui as de champanhe, cujo valor se manteve estável) e um aumento do mesmo em cortiça usada em materiais de construção.

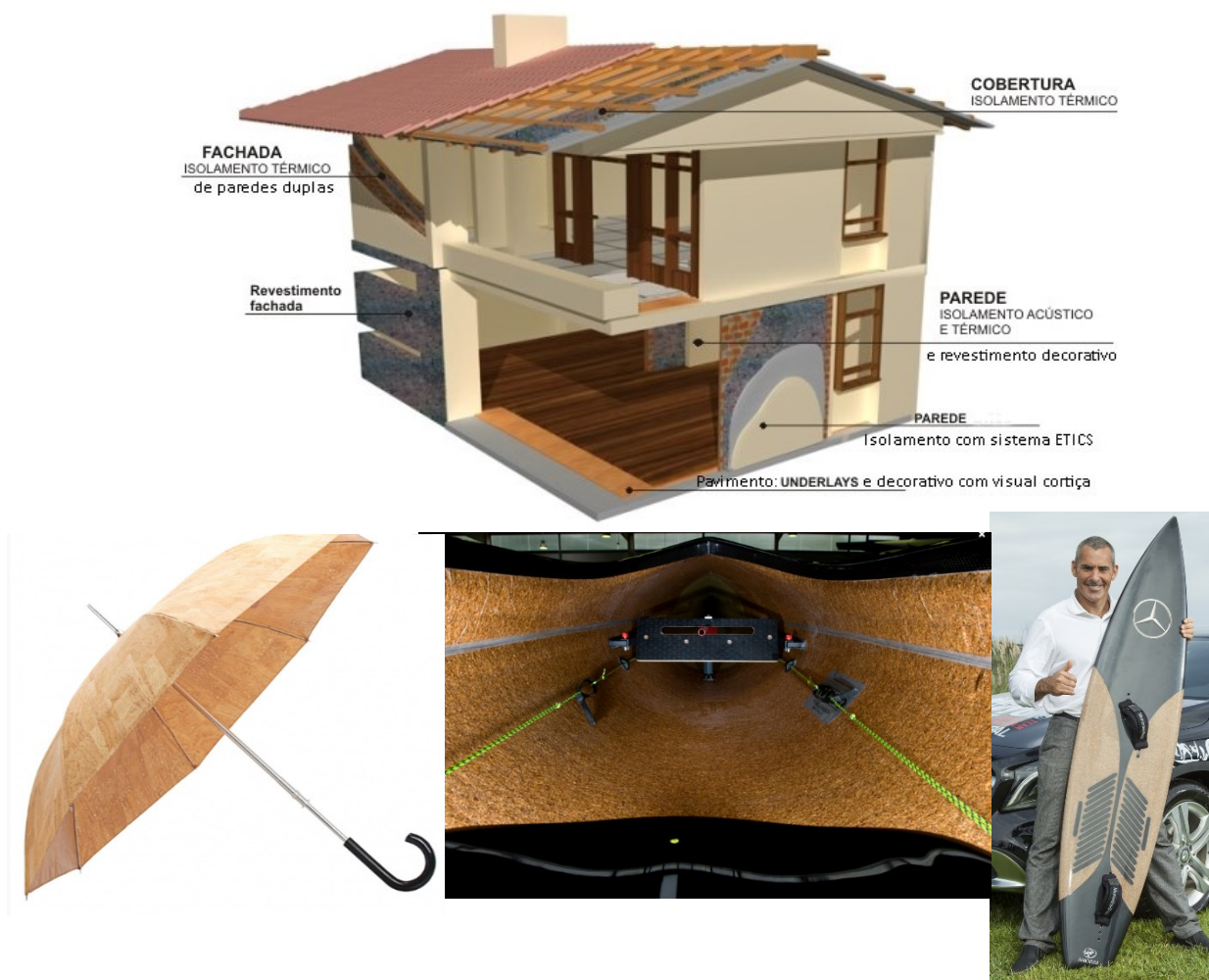
Os principais países de destino das exportações portuguesas de produtos derivados da cortiça em valor económico são a França (18,8%), os EUA (18,0%), a Espanha (11,5%), a Itália (10%) e a Alemanha (8,2%) [28]. A indústria vinícola absorve 70,1% do valor da produção da indústria corticeira, seguida do sector da construção civil que corresponde a 26,3% do mesmo valor (pavimentos, revestimentos, etc.) [28]. Apesar disso, as exportações da indústria corticeira só correspondem a 1% do valor total das exportações nacionais. Ainda assim, este é um sector que dá emprego a muitas pessoas diretamente e indiretamente, e que traz - de um modo para já estabilizado - um saldo positivo à balança comercial portuguesa de 718 milhões de euros.

No sentido do crescimento, a APCOR (Associação Portuguesa da Cortiça), tem perspectivado alguns objetivos para a indústria: procurar novos mercados onde a produção de vinho possa aumentar; investir na investigação e qualidade para manter ou melhorar a imagem do sector; recuperação de quota de mercado aos vedantes alternativos; divulgar e promover os vários usos da cortiça, principalmente em países com maior potencial de crescimento.

Atualmente a cortiça tem vários usos para além de vedante (rolhas), o que se deve principalmente às suas propriedades físicas (que veremos mais à frente com maior detalhe). Entre outras características diferenciadores da cortiça estão: 100% natural, reutilizável e reciclável; elasticidade; resistência a desgaste físico; impermeabilidade e imputrescibilidade; isolamento térmico, acústico e vibrático; antiestáticos e hipoalergénicos; fácil de limpar; com

cor e textura alternativa; leveza/flutuabilidade. Daí que algumas das aplicações atuais da cortiça incluam: construção civil (em coberturas e fachadas para isolamento térmico; nas paredes para isolamento térmico e acústico; em revestimentos decorativos); artefactos diversos, desde decorativos (mesas, cadeiras, banheiras, sofás), de moda (calçado, pulseiras, roupa, malas, guarda-chuvas), de desporto (ténis, skates, pranchas de surf, bolas), em transportes (selim de bicicleta, interior de capacetes, estofos e outras partes do interior de carros forrados a cortiça) ou, outros (colchões, cadernos, palmilhas). Apesar destes vários usos e avanços da indústria corticeira, a empresa do meu estágio fabrica apenas rolhas de cortiça, tema em que me centro.

Figura 28- Alguns dos vários usos da cortiça.

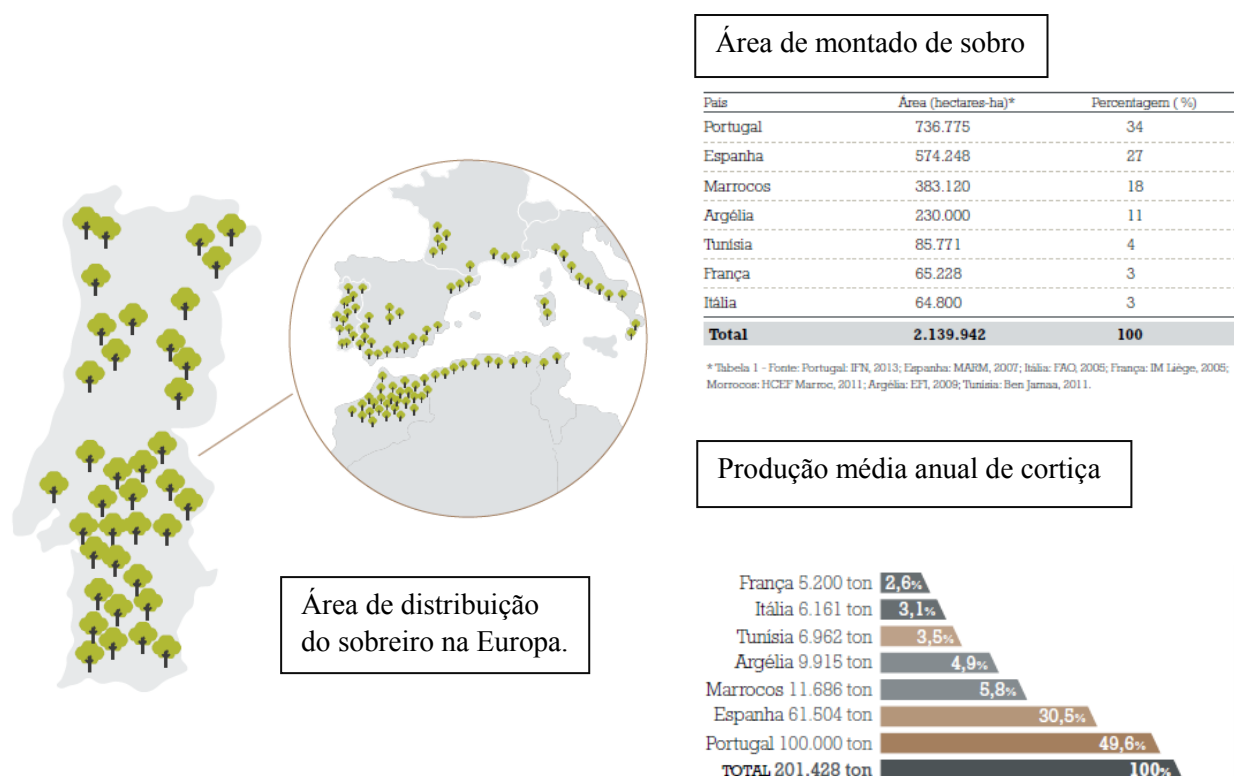


Anexo II - Ecologia, Biologia, Química e Física relacionadas à cortiça

O Montado e o Sobreiro

O montado de sobro tem maior desenvolvimento nas áreas com melhor solo e clima para o seu crescimento, sendo a principal o sudoeste de Portugal, mais especificamente, os vales do Tejo e Sado.

Figura 29- Área de distribuição mundial do sobreiro (à esquerda), área de montado de sobro (direita em cima) e produção média anual de cortiça (direita em baixo).



Só em Portugal existem 14 zonas de qualidade suberícola, maior partes delas na zona do Alentejo e no Vale do Tejo, mas também na zona de Castelo Branco ou no distrito de Bragança [10]. Esta diversidade de zonas está relacionada com a grande diversidade fenotípica do sobreiro. É por causa desta diversidade que se fazem estudos que avaliam a qualidade da cortiça/rolhas em função do fornecedor, zona de origem, entre outros fatores.

O sobreiro (*Quercus suber*), pertencente à família *Fagaceae* e género *Quercus* (em que estão incluídos os carvalhos), distingue-se do seu género por fatores como: grande desenvolvimento do revestimento suberoso; faculdade de regenerar o tecido suberoso quando este lhe é retirado; qualidade e características particulares do tecido suberoso [10]. Esta

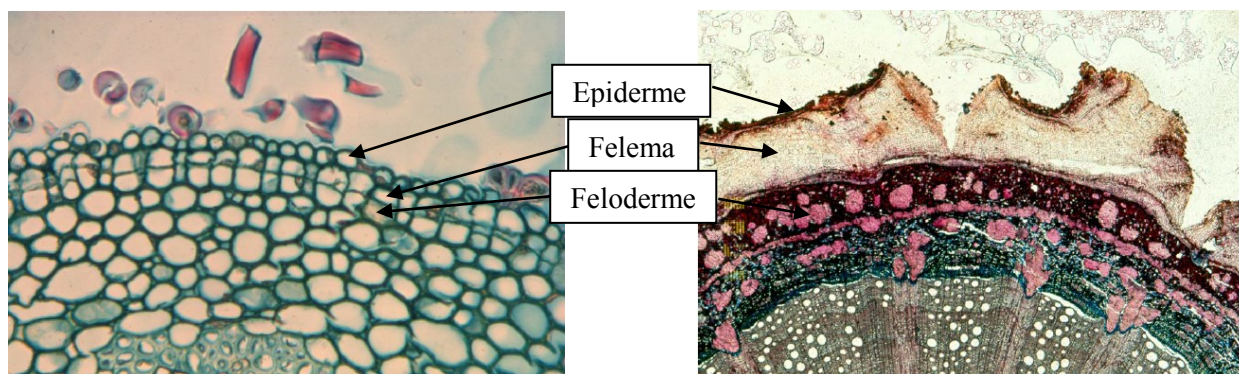
espécie é de folhagem persistente, apresenta floração de Abril a Junho e produz frutos (frutificação só a partir de 15-20 anos de idade) – bolotas - 3 vezes ao ano. É um árvore de crescimento lento e de grande longevidade, podendo atingir os 500 anos. Necessita de muita luz solar, pouca chuva mas humidade elevada (pluviosidade superior a 600mm anuais, com pelo menos 100mm no Verão; 6-8°C de média no mês mais frio e 14-16°C de média anual, são condições ideais; prefere baixas altitudes). Os solos devem ser arenosos descalcificados, com pouco azoto e fósforo e muito potássio. O pH do solo deve estar entre 5-6, não deve haver grande humidade no solo (encharcamento) e suporta bem zonas de baixa fertilidade do solo. Por estas razões se percebe a maior abundância de sobreiros em zonas de transição de clima atlântico/mediterrânico, em locais com solos pouco férteis (não utilizados na agricultura), em terreno ondulado e arenoso (que não acumule muita água), entre outros.

A cortiça terá entre outras funções biológicas no sobreiro, torná-lo impermeável, dar-lhe isolamento térmico/evapotranspiração (o que o ajudaria a resistir à desidratação estival), proteção contra pragas/infeções ou resistência a incêndios [30].

Histologia do Sobreiro e Desenvolvimento da Cortiça

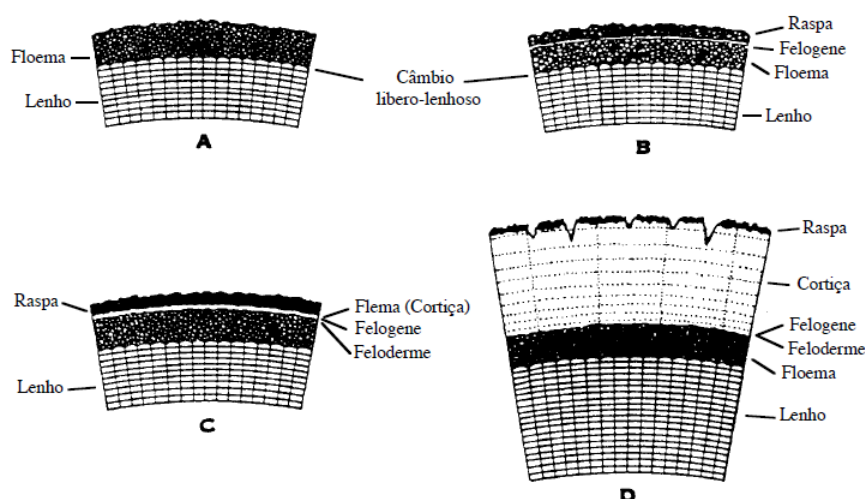
Os ramos e tronco do sobreiro, como noutras espécies, têm na sua camada externa a epiderme e a cutícula. No desenvolvimento desta árvore, existe uma camada de células sub-epidérmicas e supra floema secundário que ganham propriedades meristemáticas e que se designa de felogene [31]. O felogene vai-se dividir em duas camadas, sendo a mais exterior o felema (dá origem à cortiça) e a mais interior a feloderme (semelhante à madeira) (ver figura 30). O felema, feloderme e felogene constituem em conjunto a periderme. A periderme tem funções de proteção e isolamento.

Figura 30- Imagem de microscopia evidenciando felema, feloderme e epiderme de *Q. suber* L. jovem (esquerda) e de *Q. suber* L. com 4-5 anos (direita).



A felogene do sobreiro – como de outras árvores -, sofre divisões radiais (macroscópicos anéis de crescimento) para acompanhar o crescimento da árvore. No entanto, o sobreiro tem a especificidade de manter a sua felogene durante toda a vida e de a regenerar de forma contínua e uniforme (ao contrário de outras espécies), o que permite várias produções. O primeiro descortiçamento do sobreiro é feito cerca de 25 anos após a sua plantação, normalmente em Junho ou Julho, período em que a felogene está mais ativa (permite melhor descortiçamento) [32]. A esta primeira cortiça chama-se cortiça virgem. Como o descortiçamento é feito pela zona do felogene este morre mas, após 20-30 dias uma outra felogene mais intensa surge (ver figura 31).

Figura 31- Formação de novo felogene após descortiçamento. A raspa corresponde à costa da cortiça e o felogene à barriga. Entre estas duas está o miolo.



Cerca de 9 anos após o primeiro descortiçamento, faz-se um outro, do qual se retira a chamada cortiça secundária. Nem a cortiça virgem nem a cortiça secundária têm a qualidade ou espessura suficientes para produzir rolhas de cortiça, sendo esta cortiça usada para outros fins (pavimentos, isolamentos, etc.). Após mais cerca de 9 anos faz-se um terceiro descortiçamento, do qual se obtém a chamada cortiça amadia (ver figura 32). Esta cortiça já tem uma espessura mais uniforme com poucas fendas e pouco profundas, o que já permite que esta seja usada para a produção de rolhas de cortiça (as fendas ou canais lenticulares resultam da desagregação das células do felema e têm a função biológica de oxigenar os tecidos meristemáticos). Então, cerca de 43 anos após ser plantado, podemos obter cortiça de um sobreiro para produção de rolhas. O tempo médio de vida de um sobreiro é de 170-200 anos, o que permite que de um sobreiro se extraia boa cortiça cerca de 16 vezes durante o seu tempo de vida [33]. A produção média de cortiça é de cerca de 180 kg/ha/ano. Se tivermos 100 sobreiros/ha, assumindo um descortiçamento de 10-10 anos, devemos contar com cerca

de 300 kg de cortiça por ano que, contando que só se fará descortiçamento a 10 deles, dará uma produção de cerca de 30 kgs de cortiça seca e limpa por sobreiro a cada tiradia (após estabilização, cozedura e secagem).

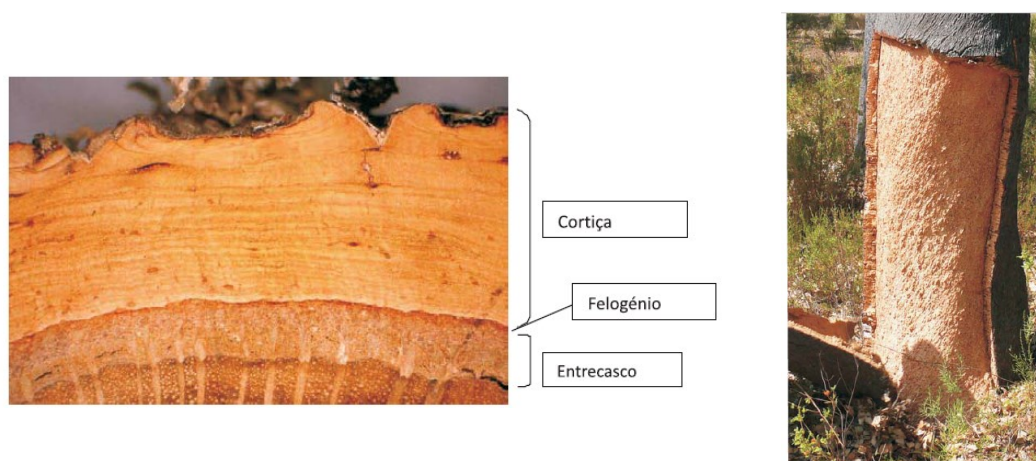
Figura 32- Cortiça amadia em corte transversal (esquerda) e tangencial (direita).



Histologia e estrutura celular da cortiça

O método de extração de cortiça é importante porque condiciona a qualidade das produções futuras. Danos no entrecasco vão reduzir a superfície produtiva do sobreiro e podem favorecer a penetração de pragas e doenças [9].

Figura 33- Imagem de cortiça, felogene e entrecasco de sobreiro (à esquerda) e, descortiçamento de sobreiro (à direita).



A extração de cortiça obedece ao Decreto-Lei nº155/2004 de 30 de Junho, que inclui regras como: o 1º descortiçamento só se faz quando o perímetro do tronco a 1,30m do solo for

superior a 70cm; a altura do descortiçamento não pode exceder os seguintes múltiplos do perímetro do tronco medido a 1,30m do solo: 2 vezes para cortiça virgem; 2,5 vezes para cortiça secundeira; 3 vezes para cortiça amadia. Geralmente se extrai a cortiça quando o meristema suberofelogénico está mais ativo, de Maio a Agosto/Setembro. Esta extração segue um procedimento deste tipo: verificar ano de extração anterior inscrito no sobreiro; desinfetar machado com álcool a 70% ou formol diluído; aplicar machadada até ao entrecasco sem o danificar; fazer pressão para um lado e para outro e depois puxar cortiça com as mãos; remover calços da árvore, em cima e em baixo; marcar a tinta branca o ano de extração; empilhar com a costa para baixo na camada inferior, com o comprimento da pilha perpendicular ao vento dominante e em zona de boa circulação de ar, em zona limpa de contaminações (tipo chão de cimento) e com inclinação para haver drenagem de água.

Nesta altura é importante fazer uma revisão de histologia para haver clareza nos conceitos. Na falta de ilustrações de qualidade, descreve-se a estrutura histológica do sobreiro até ao ponto de interesse, de fora para dentro: raspa (células mortas provenientes de floema secundário que deu origem a novo felogene após descortiçamento, também designado costa), epiderme, felema (cortiça), felogene, feloderme, líber ou floema secundário, câmbio vascular e lenho ou xilema. Em conjunto, feloderme e líber formam o entrecasco. Quando se faz o descortiçamento, morre o felogene e o entrecasco fica exposto. É necessário ter cuidado ao fazer o descortiçamento para que nova camada de felogene se forme a partir do floema secundário (líber) e, porque isso vai causar vários problemas à vitalidade do sobreiro (transvaze de floema para exterior do sobreiro, susceptibilidade a infeções/pragas, dessecação, entre outras vulnerabilidades decorrentes de reação a adversidade). Se tudo correr bem, 3/4 semanas após o descortiçamento, desenvolve-se um novo felogene e o sobreiro ganha novamente vitalidade.

Citologia e Histologia da Cortiça

O constituição histológica e a estrutura e composição celulares da cortiça são responsáveis pelas suas propriedades físicas, as quais veremos mais à frente. A cortiça é um tecido celular constituído por células prismáticas mortas de paredes finas suberificadas, fechadas, contendo ar no seu interior (o qual não sai das células por compressão) e sem espaços intercelulares [33]. 80 a 90% do volume destas células é constituído por gás e cerca de 15% é volume sólido. Este volume sólido corresponde principalmente a suberina, lenhina e celulose da parede celular [34].

O tecido da cortiça pode ser caracterizado pensando em 3 direções: axial, tangencial e radial (ver figura 34). Pela figura 34 podemos ter uma noção tridimensional do tecido da cortiça. Percebemos que as células da cortiça têm forma de prismas hexagonais, com maior comprimento ao longo do eixo radial (30-40 μ m) do que largura de base do hexágono (13-15 μ m), em células que cresceram entre Abril e Outubro. A espessura da parede celular é de 1-1,5 μ m [35]. Esta estrutura tem alguma lógica se pensarmos que às células é colocada menor resistência quando crescem para fora. Às membranas celulares destas justapõe-se uma parede celular, como é normal nas células vegetais. A lamela média é um conjunto de polímeros que ligam entre si as paredes celulares (ver figura 35).

Por vezes o tecido felémico desagrega-se, formando-se canais lenticulares em direção radial na cortiça (poros). De um modo geral, o aumento da quantidade ou dimensão dos poros na cortiça diminui o seu valor.

Como se viu, as células têm maior comprimento na direção radial. É também nesta direção que se encontram enrugamentos/ondulações nas células, o que se deve a compressão radial (as células recém-formadas têm de empurrar as subjacentes). A cozedura, aumentando a pressão do gás nas células, diminui estes enrugamentos e aumenta o volume das células, o que aumenta a compressibilidade da cortiça e reduz a sua densidade. Um outro aspecto interessante é o de as cortiças de crescimento rápido, com anéis maiores, serem menos densas, mais compressíveis e serem menos elásticas, por terem paredes mais finas [10].

Figura 34- À esquerda em cima: a) corte radial (l- dimensão da base do prisma (13-15 μ m); d- espessura da parede celular (1-1,5 μ m)); b) corte axial/tangencial (h- comprimento do prisma; 40 μ m). À direita em cima, esquema tridimensional do tecido do súber. Em baixo, imagens de microscopia eletrônica de varrimento, de cortiça: à esquerda, corte radial (favo de mel); à direita, corte tangencial (parede de tijolos).

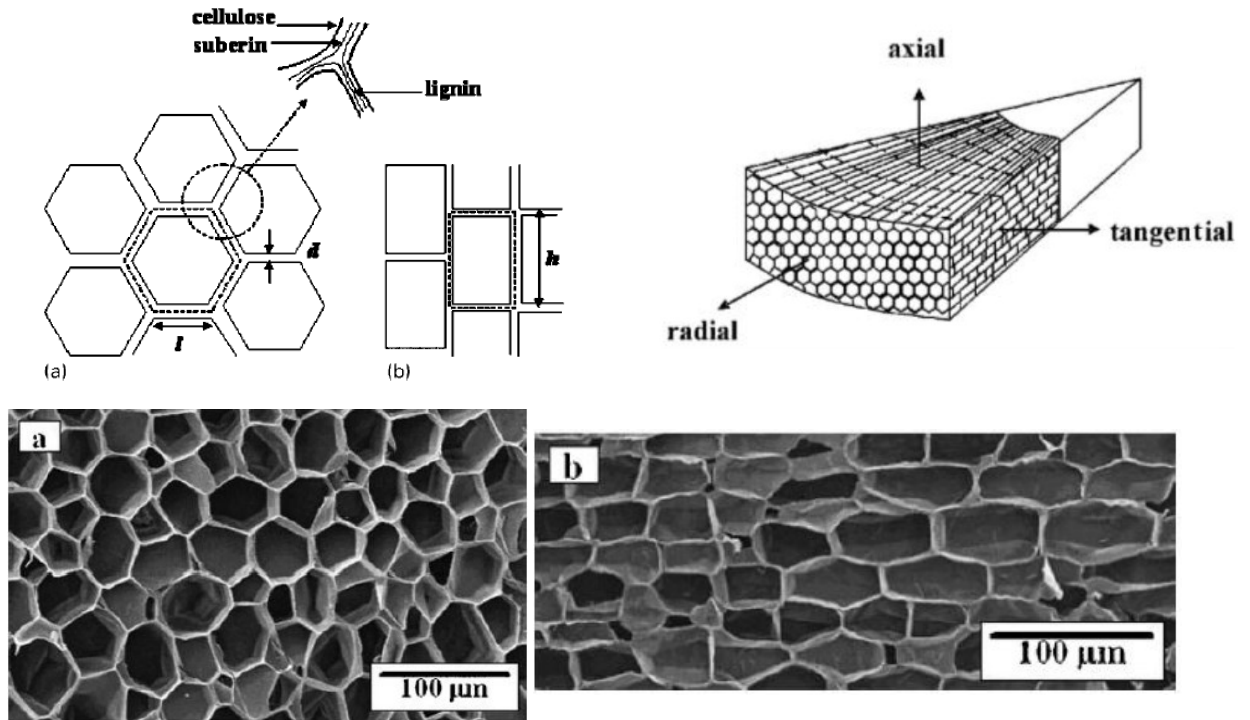
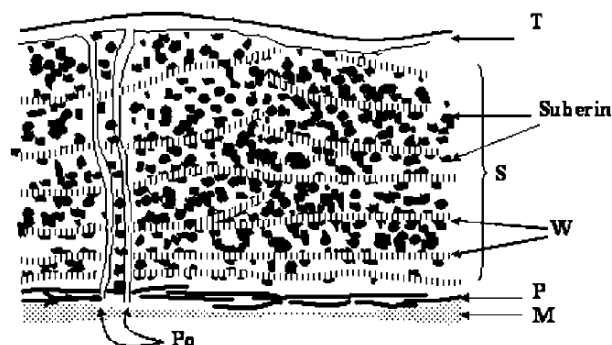


Figura 35- Paredes celulares e lamela média de células do súber. T- parede celular terciária (50-120nm); S- parede celular secundária; P- parede celular primária; M- lamela média (10-20nm); W- ceras de suberina; Po- plasmodesmos (canais de comunicação entre células; 45nm de diâmetro).



Composição Química da Cortiça

A composição química da cortiça depende de factores como a origem geográfica, clima, solo, genética, dimensões da árvore, idade e condições de crescimento [35]. A tabela 17 resume alguns dos resultados obtidos para a composição química da cortiça. Estes resultados variam mas têm também alguma constância.

Tabela 16- Composição química da cortiça em % de peso seco segundo alguns autores [35].

Componente	Cortiça Virgem		Cortiça Amadia		
	Caldas (1986)	Pereira (1981)	Gil (1998)	Caldas (1986)	Pereira (1981)
Suberina	45	45	42	48	33.5
Lenhina	27	21	21.5	29	26
Polissacarídeos (Celulose e Hemicelulose)	12	13	16	12	25
Extractáveis	10	19	13	8.5	13
Cinza	5	1.2	-----	2.1	2.5
Outros	-----	0.8	7	-----	-----

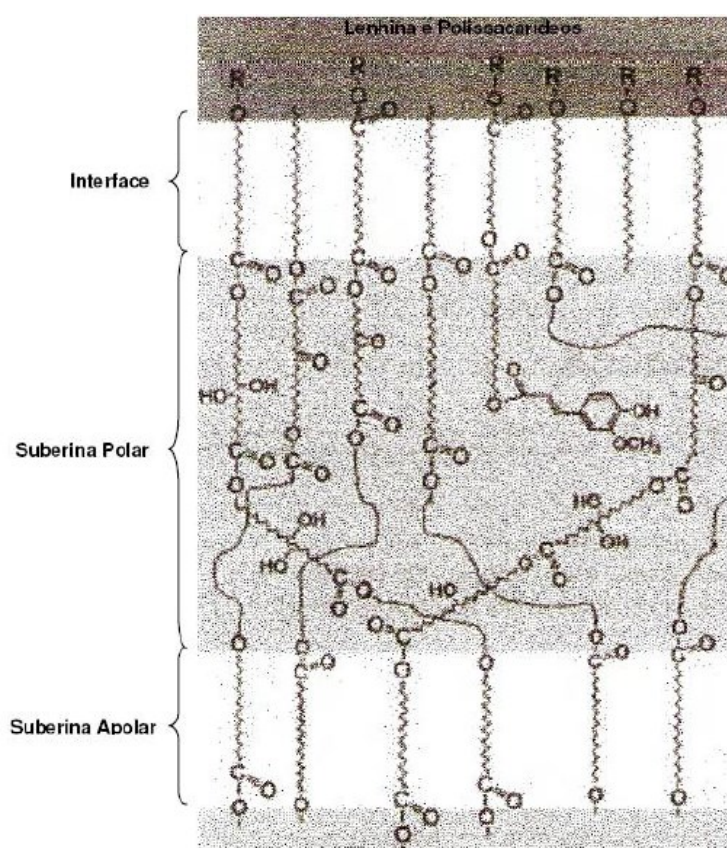
Em primeiro lugar pretendo dizer onde são mais encontrados cada um destes compostos na estrutura celular. Em segundo lugar pretendo apresentar a estrutura moleculares e algumas características químicas destes compostos para as relacionar também com a sua função biológica.

Revendo a figura 34 e 35 e introduzindo nova informação, os compostos poliaromáticos como a lenhina estão principalmente na lamela média e parede celular primária. Os compostos principalmente polialifáticos (embora a suberina tenha um domínio mais poliaromático) como a suberina e as ceras estão principalmente na parede celular secundária (maior; dispostos de modo intercalado). Os polissacarídeos estão mais concentrados na parede celular terciária, mas também vêm referidos na lamela média e parede celular primária, associados à lenhina [35].

A suberina é um polímero em que cadeia alifáticas saturadas ou insaturadas de cadeia longa - hidroxiladas ou não - e ácidos fenólicos estão unidos por ligações éster com determinada proporção. A suberina teria uma parte polar (mais aromática) na zona mais externa à célula e uma camada mais apolar (mais polialifática) na zona mais próxima do

interior da célula (ver figura 36). Alguns dos monómeros alifáticos comuns da suberina incluem α -hidroxiácidos (principalmente ácido 18-hidroxi-octadec-9-enóico) e α,ω -diácidos (principalmente ácido octadec-9-eno-1,18-dióico). Os monómeros poliaromáticos são principalmente ácidos hidroxicinâmicos e derivados. A suberina polimérica tem uma massa molecular média de 2050g/mol. No entanto, só 10% da suberina está na forma polimérica, o restante sendo seus precursores. A grande proporção de cadeias alifáticas apolares torna a suberina um componente da cortiça muito hidrofóbico. Isto torna a suberina uma molécula isolante de transferência de água (diminui também perdas de água).

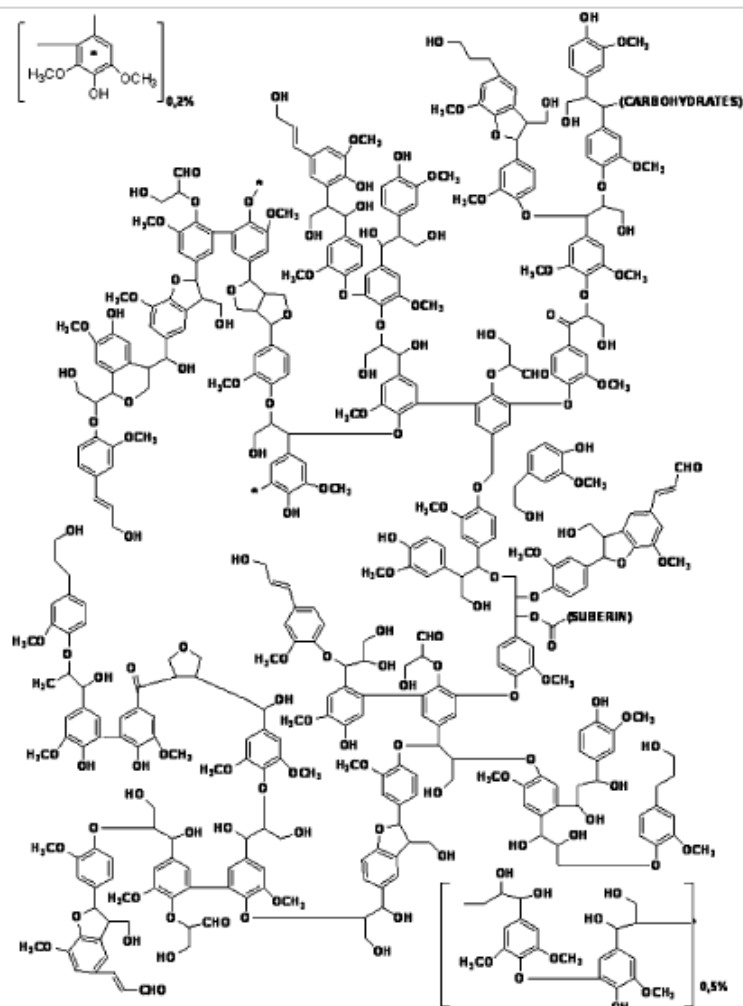
Figura 36- Modelo para a estrutura química da parede celular das células da cortiça [33].



A lenhina é formada pela polimerização em diferentes proporções de 3 álcoois derivados do 1-fenilpropano: 4-(3-hidroxiprop-1-enil)fenol (álcool cumarílico), 4-(3-hidroxiprop-1-enil)-2-metoxifenol (álcool coniferílico) e 4-(3-hidroxiprop-1-enil)-2,6-dimetoxifenol (álcool sinapílico). Estas moléculas são incorporadas na lenhina na forma dos fenilpropanóides p-hidroxifenil, guaiacil e siringil, respectivamente e, estão geralmente ligadas por ligações éter ou acetal. A lenhina está ligada covalentemente à celulose e hemiceluloses que existem na lamela média e parede celular primária e à suberina próxima da parede celular secundária. É um polímero hidrofóbico, embora menos que a suberina, o que ajuda a tornar a

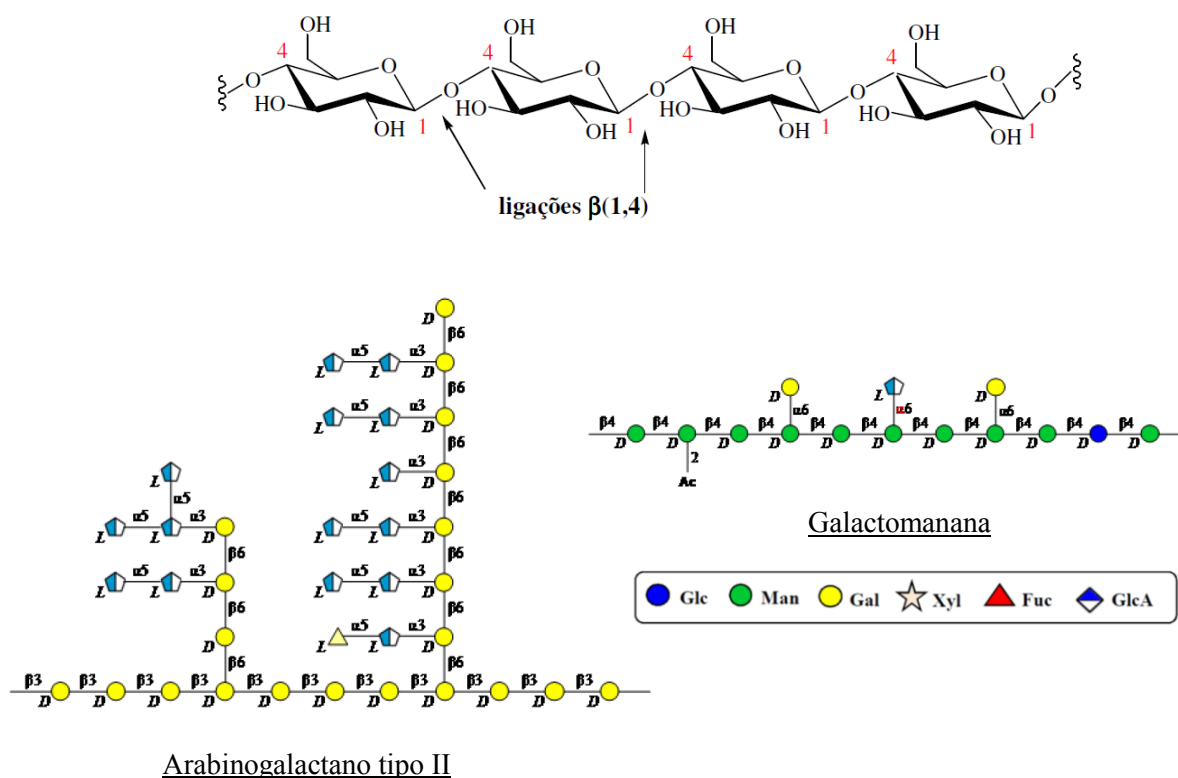
cortiça isolante e a diminuir a absorção de água. Confere rigidez mecânica à cortiça e, como é difícil de degradar, dificulta ataques (micro)biológicos.

Figura 37- Modelo para a estrutura química da lenhina.



Os polissacarídeos são a celulose e hemiceluloses. A celulose é um homopolímero de glucose unida entre si por ligações β -1-4 e tem dimensão de cerca de 1000 monómeros. As hemiceluloses são heteropolímeros constituídos por diferentes monossacarídeos, com dimensão de cerca de 100-200 monómeros e com estrutura ramificada. Alguns destes principais monómeros são a glucose, a xilose e a arabinose (ver figura 38). A celulose e as hemiceluloses estão em proporção próxima de 50-50%. Estes polissacarídeos contribuem também para a rigidez estrutural da cortiça.

Figura 38- Estrutura química da celulose (em cima) e de hemiceluloses (exemplos).

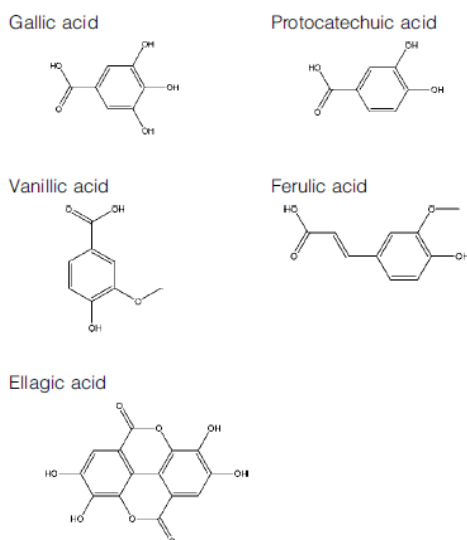


Os compostos extractáveis, principalmente os polares, podem passar para o vinho e aí atingirem concentrações superiores ao limite de percepção sensorial, o que influenciaria as suas propriedades organolépticas. Os componentes extractáveis são divididos em 2 grupos: ceras (5-8% do peso seco) e polifenóis (6-9% do peso seco). Os polifenóis são moléculas com 5-7 anéis aromáticos por 1000 Da e com mais de 12 grupos hidroxilo a constituir os fenóis. São moderadamente hidrossolúveis e têm massa molecular de 500-4000 Da. Dos polifenóis de baixo peso molecular ou monómeros fenólicos, os detectados em maiores quantidades estão apresentados na tabela 18. Das ceras, cerca de metade do peso seco são triterpenos (cerina, friedelina, betulina e ácido betulínico são as mais comuns na cortiça) [33]. Ceras são moléculas orgânicas com grandes cadeias alquila. Podem conter álcoois de cadeia longa, porções insaturadas, ácidos gordos de cadeia longa, glicerol, triglicerídeos e ésteres de ácidos carboxílicos. Os triterpenos são moléculas de 30 carbonos e que são derivadas do isopreno.

Tabela 17- Avaliação quantitativa média de polifenóis de baixo peso molecular por HPLC. Estes polifenóis foram extraídos de amostras de cortiça seca provenientes de três árvores de *Quercus suber* para solução de éter [36].

Composto	µg/g de cortiça seca
Ácido elágico	228.4
Ácido protocatecuico	48.8
Ácido vanílico	27.4
Ácido gálico	18.3
Vanilina	16.1
Escopoletina	12.7

Figura 39- Estrutura química de alguns dos polifenóis de baixo peso molecular mais comuns na cortiça.



O conhecimento dos extractáveis é importante porque estes podem passar para o vinho, alterando as suas qualidades organolépticas. A tabela 19 indica alguns dos principais compostos voláteis com aroma presentes na cortiça, o seu limite de percepção sensorial e a descrição do aroma. Não encontrei dados sobre a quantidade de cada um destes compostos na cortiça nem da sua concentração em vinho ou solução etanólica após contacto com cortiça. Estes compostos voláteis estarão já presentes enquanto extractáveis (como os triterpenos) ou decorrerão de degradação de moléculas não extractáveis (ex: degradação da lenhina a dar origem a compostos aromáticos ou degradação de polissacarídeos a dar origem a hexoses ou pentoses que, sofrendo reações de Maillard se tornam furanos) [37].

Tabela 18- Principais compostos voláteis com aromas presentes na cortiça.

Classe química	Composto	Descritor de aroma	LPS em vinho ou *água ¹⁹
Terpenóides	Borneol	Pimenta	-
	Isoborneol	Cânfora	-
	Limoneno	Frutado	60 µg/L *
	Linalol	Floral	100 µg/L *
	α-Terpeniol	Floral	280 µg/L *
Álcoois alifáticos	1-Butanol	Farmacêutico	5 mg/L
	1-Hexanol	Herbáceo	5 mg/L
	3-Metil-1-butanol	Whisky, malte	300 mg/L
	1-Octanol	Cera, sabão	-
Ácidos alifáticos	Ácido 3-metilbutanóico	Ranço	700 µg/L
	Ácido octanóico	Cera, farmacêutico	15 mg/L
Compostos aromáticos	Acetofenona	Floral	-
	Álcool benzílico	Frutado	50 mg/L
	Benzaldeído	Amêndoa amarga	3 mg/L
	Guaiacol	Fumado, madeira	20 µg/L
	Vanilina	Baunilha	100 µg/L *
Furanos	Álcool furfurílico	Feno	52 mg/L
	Furfural	Caramelo	65 mg/L
	5-Metilfurfural	Tostado, amêndoa	35 mg/L
Compostos carbonílicos alifáticos	Decanal	Mofo, marinho, pepino	-
	Hexanal	Verde, erva	4,5 mg/L
	2-Nonenal	Metálico, oleoso, gerânio	-
	2-Undecanona	Rosa, citrino	-
Outros	Benzotiazole	Borracha	-

Para descrição de aromas em análise sensorial, a roda dos aromas da cortiça é referência.

Figura 40- Roda dos aromas da cortiça.



Contaminantes

O vinho pode sofrer desvios sensoriais por contaminação com compostos químicos presentes na cortiça. O “gosto a rolha” continua a ser um problema que a indústria rolheira pretende controlar para fornecer um produto de qualidade. Os desvios sensoriais negativos que a rolha pode trazer para o vinho são principalmente associados ao 2,4,6-tricloroanisól (TCA). Uma estatística de 2007 calculava que 1-5% dos vinhos engarrafados estavam contaminados com TCA [34], o que não significa que a origem seja sempre proveniente da rolha. No entanto, sabe-se que há vários compostos que podem provocar desvios sensoriais negativos, sendo estes principalmente os haloanisóis e os fenóis voláteis (fenóis voláteis estão mais associados a vinhos envelhecidos em barricas de carvalho) [38].

Os haloanisóis, como o nome indica, são anisóis halogenados (metoxibenzeno halogenado), geralmente com cloro ou bromo. Eles podem conferir ao vinho aromas a mofo/bafio. A tabela 20 resume informações importantes sobre os haloanisóis mais estudados na indústria rolheira. Os limites de percepção sensorial (LPS), principalmente os em solução etanólica ou vinho, são importantes para sabermos a partir de que concentração começa a haver desvio sensorial. Como se pode ver, os LPS do TCA e do TBA em solução etanólica ou vinho são os mais baixos. O TCA é o contaminante a que se dá maior atenção por ser o mais comum na cortiça (o TBA está mais associado a caixas de cartão).

Na origem da formação de cloroanisóis estão os clorofenóis, que são seus precursores [38]. Os clorofenóis são tóxicos para vários organismos. Em resposta a esta toxicidade, fungos filamentosos (*Trichoderma sp.*, *Penicillium sp.*, outros) no meio ambiente, pranchas de cortiça ou em elementos de madeira nas caves, convertem clorofenóis a cloroanisóis. O mecanismo proposto para esta reação é o de uma bio-metilação catalisada pela enzima “clorofenol O-metiltransferase”. Os clorofenóis, precursores dos cloroanisóis, podem ser formados a partir da reação direta de fenóis resultantes da degradação de açúcares ou lenhina com fontes de cloro presentes no meio ambiente ou, podem ser formados a partir de compostos organo-clorados (como pesticidas ou desinfetantes) que entrem em contacto com a cortiça. Como os clorofenóis são precursores de cloroanisóis - embora sejam os cloroanisóis os principais responsáveis por desvios sensoriais -, também é normal que se os quantifique em ensaios de controlo ambiental (TCP, TeCP, PCP, TBP).

A origem e prevenção da presença de cloroanisóis na cortiça está associada. Sabe-se que geralmente os fungos filamentosos se desenvolvem nos canais lenticulares e mais na zona da costa da cortiça. Se, crescendo, estiverem na presença de clorofenóis, irão originar cloroanisóis. A atividade da água é um dos fatores principais associado ao crescimento

microbiano e à prevenção do mesmo. Sabe-se que, a 20°C, uma atividade da água inferior a 0,75 será suficiente para prevenir crescimento microbiano. A esta atividade da água corresponde uma humidade da cortiça igual ou inferior a 6%. Outras medidas de prevenção da formação de haloanisóis incluem: eliminar pranchas com sinais de atividade microbiana (mancha amarela); eliminar cortiça que está a 10-20cm da base do solo (tem maior probabilidade de estar contaminada com haloanisóis); não armazenar pranchas de cortiça em contacto direto com solo; melhorar a extração da cozedura e controlar contaminação da água; aumentar o tempo de estabilização; não utilizar paletes tratadas com agentes clorados; não transportar/armazenar rolhas/cortiça em condições mal arejadas, húmidas e com ambiente contaminante.

Tabela 19- Nome, estrutura molecular e limite de percepção sensorial dos haloanisóis mais relevantes para a indústria rolheira [34] [39].

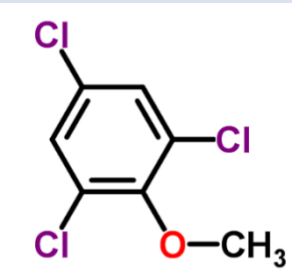
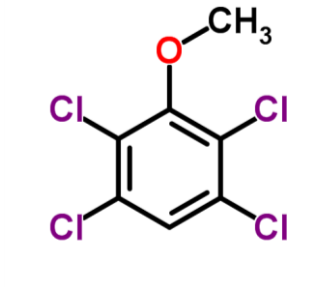
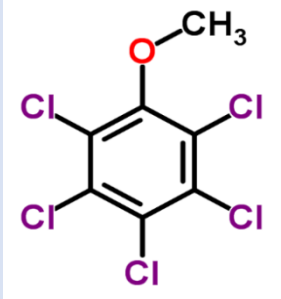
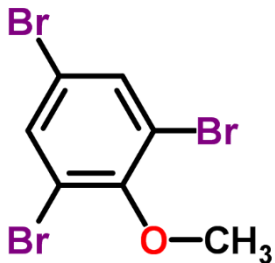
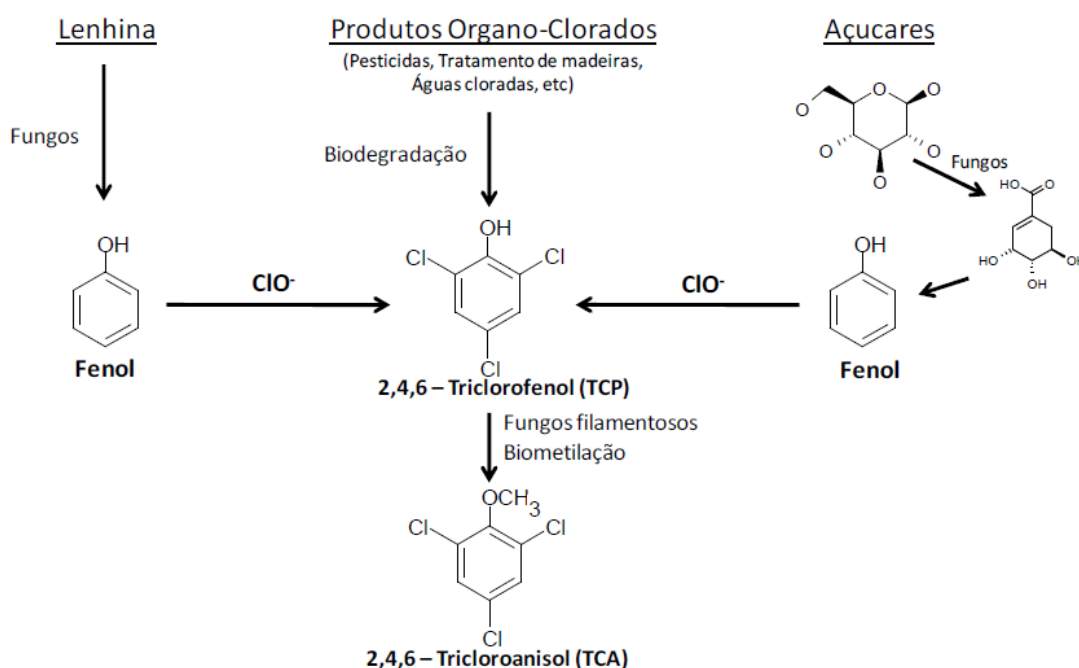
Nome e Abreviatura do Nome do Composto	Estrutura molecular	Limite de Percepção Sensorial
2,4,6- Tricloroanisol (TCA)		- Água: 30-300 pg/L - Solução alcoólica e vinho: 1,5-3 ng/L
2,3,5,6- Tetracloroanisol (TeCA)		- Água: 4 ng/L - Solução alcoólica e vinho: 5 ng/L (Espumantes) 10-15 ng/L (Branco e Tinto)
Pentacloroanisol (PCA)		- > 10 µg/L
2,4,6- Tribromoanisol (TBA)		- Água: 8-30 pg/L - Solução alcoólica e vinho: 3 ng/L

Figura 41- Mecanismo proposto para a formação do 2,4,6-Tricloroanisol [38].



Tem-se procurado também desenvolver técnicas de remoção de haloanisóis, principalmente o TCA, o que é difícil devido às características desta molécula e da própria cortiça. Importa referir que quando se fala, por exemplo em TCA, se considera o 2,4,6-Tricloroanisol e não os outros tricloroanisóis (2,3,6-tricloroanisol; 2,3,5-tricloroanisol, entre outros). O mesmo se aplica aos outros cloroanisóis, sendo que me refiro aos apresentados na tabela anterior. O TCA é uma molécula pouco polar e pouco volátil (ponto de ebulição de 246°C a 760mmHg) [40], à semelhança de outros cloroanisóis. O TCA tem uma polaridade mais semelhante à do etanol que à da água, por via do balanço de eletronegatividade das suas ligações. Tem também uma pressão de vapor a 25°C muita baixa, de 0,0193 mmHg [41]. Ou seja, a 25°C só exerce no ar uma pressão/força igual ao peso de 0,0193 mmHg. A pressão de vapor de uma molécula depende da sua natureza e da temperatura. Se esta é tão baixa, significa que a molécula tem dificuldade em vaporizar porque as interações entre elas próprias são fortes. A cortiça tem ela própria muitas moléculas polares, o que faz com que o TCA se mantenha ligado a elas por forças de Van der Waals e pontes de hidrogénio. Fisicamente, a cortiça é impermeável a gases e líquidos e é um material isolante, o que também dificulta a saída do TCA. Apesar disso, há moléculas com mais afinidade pelo TCA do que os materiais da cortiça, nomeadamente o etanol. Como o etanol tem uma polaridade mais semelhante ao TCA que a água e, como o etanol tem um ponto de ebulição que ronda os

78°C, é lógico que o TCA possa volatilizar por arraste. Isto poderia ajudar a remover o TCA da cortiça ou poderia ajudar a volatilizar o TCA por SPME.

Umas das técnicas mais usadas na atualidade para remover o TCA das rolhas usa o princípio da destilação por arraste de vapor para o fazer. Nesta técnica, aquece-se um conjunto de rolhas num reator e, faz-se circular no mesmo, vapor de água e de álcool. Como o TCA tem maior afinidade pelo etanol do que por outros componentes da cortiça, parte daquele é adsorvido e evaporado com o etanol. Outras técnicas de remoção ou diminuição de contaminação por TCA incluem: o processo INOS, que faz uso de banhos de água quente (água que entra e é removida), sob ciclos de pressão e depressão, para remover alguns contaminantes; aplicação de radiação gama nas pranchas de cortiça para diminuir conteúdo microbiano; cobertura da rolha com revestimento para diminuir transferência de TCA para vinho; micro-ondas para aquecimento da cortiça e volatilização de compostos.

Outra componente importante para evitar que rolhas com TCA cheguem ao cliente é o controlo de qualidade. Atualmente usa-se, de um modo geral, o seguinte processo para determinar a quantidade de TCA numa amostra de rolhas: maceração de uma amostra de rolhas em solução etanólica a 12%; microextração em fase sólida (SPME) de amostra da solução anterior; separação dos compostos volatilizados por cromatografia gasosa; deteção do sinal com detector de captura de eletrões (ECD) ou por espectrometria de massa (MS). A leitura dos resultados, permite prever se o vinho terá uma quantidade de TCA que vá prejudicar as suas qualidades organolépticas.

Propriedades Físicas

A cortiça apresenta propriedades físicas que fazem dela um material com várias utilidades. Algumas destas propriedades são anisotrópicas, o que está principalmente relacionado com a histologia da cortiça.

- **Baixo coeficiente de Poisson e bom módulo de Young-** mede a deformação transversal quando é aplicada uma carga (compressão ou extensão) em direção longitudinal (0,18). Ou seja, por exemplo, quando comprimida longitudinalmente, a rolha de cortiça não cresce muito em diâmetro em comparação com outros materiais (útil para a vedação). O módulo de Young refere-se à razão tensão aplicada/deformação elástica longitudinal. Ou seja, o módulo de Young dá uma noção da resistência da rolha à deformação quando lhe é aplicada uma força de compressão (13 MN/m^2) ou de tração (18 MN/m^2). Tensão de ruptura de $1,9 \text{ MN/m}^2$ [10].
- **Elasticidade e compressibilidade-** a curva de compressão da cortiça tem três regiões relacionadas com os três mecanismos responsáveis pela elasticidade e compressibilidade da cortiça. Numa primeira fase correspondente a 7% da tensão, a compressão deve-se à elasticidade das paredes celulares; numa segunda fase que corresponde a cerca de 70% da tensão, a compressão deve-se ao reajuste das células sob pressão do gás; numa terceira fase, após uma tensão de cerca de 4 MN/m^2 , as células e a cortiça rompem [35]. Até à segunda fase, uma vez que o gás está dentro das células sem estas terem sofrido ruptura, a cortiça pode voltar à sua forma inicial. A compressibilidade e elasticidade da cortiça permitem que esta se ajuste ao perfil das garrafas, vedando-as. A cortiça aguenta uma compressão com recuperação quase total até cerca de 70% do seu diâmetro/comprimento original.
- **Flutuabilidade.** Devida à sua baixa densidade $160\text{-}240\text{kg/m}^3$.
- **Incombustibilidade.**
- **Inocuidade.**
- **Impermeabilidade-** a impermeabilidade da cortiça a líquidos e gases deve-se principalmente à suberina e ceras presentes na parede celular secundária. A apolaridade destes componentes dificulta a transferência e absorção de água.
- **Imputrescibilidade-** a sua impermeabilidade devida à constituição química em parte apolar, impede que ocorra uma oxidação decorrente do contacto com a água.
- **Isolante-** a cortiça tem uma baixa condutividade térmica ($0.045 \text{ W/m}^1/\text{K}^{-1}$) (quantidade de calor que passa num intervalo de tempo, através de uma determinada superfície do material com determinada espessura, quando existe entre as duas uma y

diferença de temperatura), sonora e vibrátil; isto está principalmente relacionado com o grande volume de gás da cortiça, intercalado com paredes celulares; a baixa condutividade térmica está relacionada com o baixo volume de sólido que diminui a condução; a baixa condutividade sonora e vibrátil deve-se ao intercalar de gás e sólido (ondas mecânicas são convertidas a calor).

➤ **Leveza-** a cortiça amadia é um material com uma densidade de 160-240 kg/m³, ou seja, 0,16-0,24g/cm³. A baixa densidade da cortiça é principalmente devida ao alto conteúdo de gás das suas células.

➤ **Resiliência.**

➤ **Resistência e Atrito-** a cortiça é um material resistente a desgaste mecânico e tem um coeficiente de atrito elevado (ex: 0.76 (cortiça/vidro), na direção radial) [35]. É também resistente a produtos químicos diversos.

Projeto Genosuber e Biotecnologia do Sobreiro

O projeto Genosuber, financiado inclusivamente pela Cork Supply, pretende sequenciar o genoma do sobreiro (*Quercus suber L.*). O facto de esta espécie demorar muito tempo (15-20 anos) a atingir a idade adulta desincentivou estudos, nomeadamente de seleção artificial, não tendo havido grande oportunidade para seleccionar características fenotípicas de interesse do sobreiro. A sequenciação de genomas tem trazido avanços em várias áreas, desde a biologia molecular, diagnóstico ou melhoramento genético. Este conhecimento pode permitir aplicações de melhoramento genético do sobreiro, com vista a aumentar a sua resistência a stress biótico/abiótico, a aumentar a velocidade do seu crescimento ou a aumentar/melhorar a sua produção de cortiça [42]. Esta perspetiva de poder vir a melhorar geneticamente o sobreiro assenta na possibilidade de se poder vir a produzir legalmente sobreiros geneticamente modificados.

Entretanto, enquanto este genoma não é sequenciado e não são descobertos genes-chave do sobreiro para aumentar a produtividade da cortiça (modo geral), outras questões técnicas vão evoluindo. Geralmente, estudos de cruzamento/seleção artificial incluem: 1) estudos de proveniência; 2) estabelecimento de biblioteca de sementes; 3) seleção fenotípica; 4) estudos de progenia para identificar indivíduos com bons genótipos e boa habilidade combinatória; 5) propagação vegetativa. No entanto, como é sabido, a produção de cortiça amadia ou de sementes no sobreiro, demora cerca de 40 anos sendo que, projetos de tão longa duração não são atrativos. É também neste sentido que técnicas de biotecnologia são

aplicadas para acelerar o melhoramento genético de várias espécies do género *Quercus*. Algumas dessas técnicas incluem: micropropagação de material maduro seleccionado do broto axilar, a embriogénese somática, conservação de germoplasma através da criopreservação e transformação genética e biologia molecular [43].

A micropropagação consiste na produção rápida de milhares de clones de uma planta a partir de uma única célula vegetal totipotente ou de um pequeno pedaço de tecido vegetal (explante). A micropropagação recorre à cultura de tecidos *in vitro* [8]. O tecido cresce, formando uma massa de células indiferenciadas denominada tecido caloso. Este tecido continua a crescer e a diferenciar-se em novos tecidos específicos, originando uma plântula. O tecido caloso pode também ser subdividido, para dar origem a mais plântulas. Em seguida é necessário incentivar o crescimento da raiz e a “resistentificação” da plântula. Para a primeira, transfere-se a plântula para um meio *in vitro* com auxinas. Para a segunda, como o tecido esteve sempre em condições ideais, este é lentamente submetido a condições que mais se assemelham às naturais, para a plântula se adaptar. Em seguida, as plântulas são transferidas para o solo por métodos convencionais. A micropropagação inclui vantagens como produzir: plântulas sem doença; plântulas enraizadas prontas para plantação (melhor que sementes ou estacas); plântulas geneticamente modificadas, por alteração genética de células. Apesar disso, considera-se que este método não é suficientemente eficaz e que outras técnicas como a embriogénese somática deve-se ser explorada (para o caso do sobreiro) [43].

A embriogénese somática é um processo em que uma planta ou embrião é derivada de uma ou mais células somáticas provenientes de qualquer tecido da planta. A célula ou grupo de células somáticas é colocada a crescer *in vitro* sob certas condições de nutrientes, reguladores de crescimento (auxina, ziberelina e citocinas), formando uma massa de células indiferenciadas denominada calo. O calo pode ser dividido e transferido para outros meios de cultura, onde começa a maturar, passando por várias fases de maturação de embrião. Noutro tópico, a taxa de sucesso da formação de plântulas a partir destes embriões não é muito grande no género *Quercus* (3-32%) enquanto que, a estabilidade genética desde a recolha da célula somática à plântula geralmente se manteve, ao que se soma a possibilidade de criopreservação de linhagens embriónicas [43].

Relativamente à transformação genética de linhagens embriogénicas de espécies do género *Quercus*, já existem protocolos que fazem uso da estirpes de *Agrobacterium tumefaciens* como veículo de transferência genética. Em um estudo, a eficiência de transformação genética foi de 2% para uma linha embriogénica proveniente de uma árvore de 300 anos e foi de 6% para um genótipo juvenil. Neste sentido, já existe o conhecimento

necessário à transformação genética do sobreiro. Além disso, há já algum conhecimento relativo à genómica da família *Fagaceae* (a que pertence o género *Quercus*): construção de mapas de ligação genética, marcadores de microsatélites, investigações de transcriptómica e de expressão diferencial de genes quando se colocava as suas células em diferentes condições, entre outros, informação de revisão compilada por Kremer A. et. al. no artigo “Fagaceae Trees”.

Parece lógico concluir: já se sabe como obter sobreiros transformados geneticamente; que ainda não se sabe que genes correspondem a determinado fenótipo nem quais os melhores alelos para atingir determinado fenótipo; que após a sequenciação do ADN do sobreiro deverão ser necessários testes que irão demorar muito tempo - uma vez que o sobreiro demora muito tempo a produzir a cortiça amadia - para saber como obter o melhor fenótipo no que se refere à qualidade da cortiça; que a biotecnologia pode ser importante para o ramo da indústria corticeira logo que a legislação permita que se possam plantar sobreiros geneticamente modificados.

Anexo III - Segurança Alimentar

A qualidade refere-se ao desempenho do produto, no caso da rolha, às suas capacidades de vedação e de garantir neutralidade organoléptica. A segurança alimentar, pretende que a rolha não ceda aos géneros alimentares propriedades passíveis de apresentar perigo para a saúde humana, não provoque alterações inaceitáveis na composição do alimento e não altere propriedades organolépticas [44]. As empresas cujos produtos estão associados à indústria alimentar têm sentido uma pressão crescente dos seus clientes para que os seus procedimentos estejam conforme os princípios e normas de segurança alimentar. Nesse sentido, a Cork Supply Portugal implementou em 2008 a NP EN ISO 22000:2005 – Sistemas de Gestão de Segurança Alimentar. Esta norma combina os seguintes elementos-chave: comunicação interativa (com outros elos da cadeia alimentar), gestão do sistema, programas pré-requisito e princípios HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Points). O sistema de segurança alimentar da Cork Supply Portugal baseou-se não só na referida norma, mas também em outra legislação, por exemplo, no regulamento nº1935/2004 de 27 de Outubro, relativo aos materiais e objectos destinados a entrar em contacto com os alimentos (ver nos Anexos/Anexos Confidenciais/GP05- Segurança Alimentar CSP/6-Legislação, a documentação aplicável). Esta legislação pode incluir: lista de substâncias que podem ser utilizadas no fabrico de rolhas; critérios de pureza; limites de migração; disposições destinadas a assegurar a rastreabilidade do produto; disposição de rotulagem.

Após o estudo das regras sob as quais se deve reger o sistema de segurança alimentar, inicia-se o processo com a constituição de uma equipa responsável pela segurança alimentar (ver “Anexos/Anexos Confidenciais/GP05-I02”; consultar também “GP05-Plano de Processo”). Após formação da equipa de segurança alimentar é definida a política de segurança alimentar e são descritas as características do produto e o seu uso pretendido (no caso, para a CSP1 e CSP2). O objetivo é ajudar a situar o produto no âmbito da segurança alimentar. Após esta etapa, faz-se um desenho do fluxograma do processo e recolhe-se o layout do espaço a analisar (ver “Anexos/Anexos Confidenciais/GP05/Dossier de Segurança Alimentar/B.4”). Esta informação ajuda a pensar o espaço em análise nas fases posteriores.

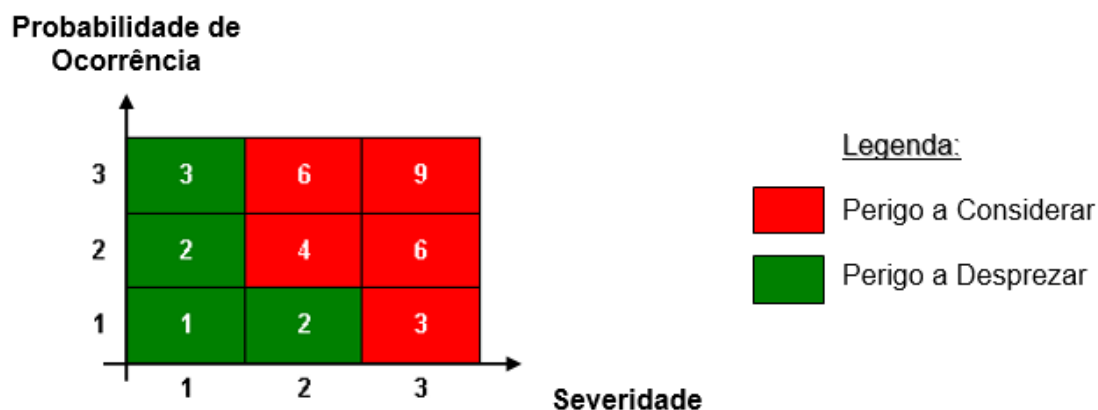
Após esta recolha de informação - muita dela já conhecida pelos membros da equipa mas, informação talvez não muito pensada do ponto de vista da segurança alimentar -, dá-se início à elaboração dos programas pré-requisito (PPR's). Os PPR's são um conjunto de procedimentos universais necessários para controlar as condições estruturais e operacionais dentro do estabelecimento (manipulação, infra-estruturas, utensílios, etc.), garantindo assim um ambiente favorável nos sectores de uma empresa com implicações na segurança

alimentar. O “Código Internacional de Práticas Recomendadas – Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos” elaborado pela Comissão do Codex Alimentarius, é uma referência na elaboração destes programas pré-requisito. Apesar disso, podem existir variações relativamente a este código [45][46]. No plano de segurança alimentar da CSP, os PPR’s referem-se às seguintes áreas: construção e disposição dos edifícios e infra-estruturas associadas; disposição dos locais, incluindo o ambiente de trabalho e as instalações para os trabalhadores; fornecimentos de ar, água, energia e outros serviços; serviços de apoio, incluindo a eliminação dos resíduos e do lixo; adequação do equipamento e sua acessibilidade para limpeza, manutenção e manutenção preventiva; gestão dos produtos comprados, dos fornecimentos, das eliminações e do manuseamento dos produtos; medidas de prevenção de contaminação cruzada; limpeza e desinfecção; controlo de pragas; higiene pessoal; vidros; carregamento, transporte e expedição; formação; visitas; retirada de produto (ver “Anexos Anexos Confidenciais/GP05/Dossier de Segurança Alimentar/B.5”, para ver os PPR’s da CSP). Como se pode ver, existe uma listagem de pontos a controlar para a áreas supracitadas, as quais podem conter riscos biológicos, químicos ou físicos. A manutenção das boas condições de segurança alimentar é alcançada graças a 2 principais factores: formação dos trabalhadores e auditorias semestrais. Os trabalhadores são chamados a ter formação na área da segurança alimentar e, existem afixadas indicações de boas práticas de higiene no trabalho (ver “Anexos/Anexos Confidenciais/GP05/Formação/Boas Práticas e, Formação (...)). As auditorias semestrais aos PPR’s, feitas com auxílio de uma checklist, permitem também garantir que os PPR’s continuam a ser aplicados (ver “Anexos/Anexos Confidenciais/GP05/Auditorias/Auditoria PPR’s”).

A seguir ao desenvolvimento dos PPR’s faz-se uma identificação de perigos e avaliação de riscos. Nesta análise, identificam-se os Programas Pré-Requisito Operacionais (PPRO’s) e os Pontos Críticos de Controlo (PCC’s). Neste altura é importante distinguir o que são PPR’s, PPRO’s e PCC’s. Os PPR’s – como se viu no documento em anexo -, são um conjunto de medidas básicas, generalistas, com intuito de melhorar condições gerais como a higiene, a qualidade da água, o controlo de pragas, entre outros factores genéricos, que se sabe que poderão ter efeito no produto. Os PPRO’s referem-se a perigos específicos, os quais podem afectar a segurança alimentar do produto (ver nos “Anexos/Anexos Confidenciais/GP05/Dossier de Segurança Alimentar/B.6” para perceber melhor com exemplos, a que se referem esses perigos específicos). A distinção entre PPRO’s e PCC’s vai-se fazer, entre outros, pelo grau de risco associado ao perigo. Para cada um dos perigos identificado, é determinado um factor de risco (R), tendo por base a multiplicação da

probabilidade de ocorrência (P) e a severidade (S). O factor de risco determina-se conforme a figura 42.

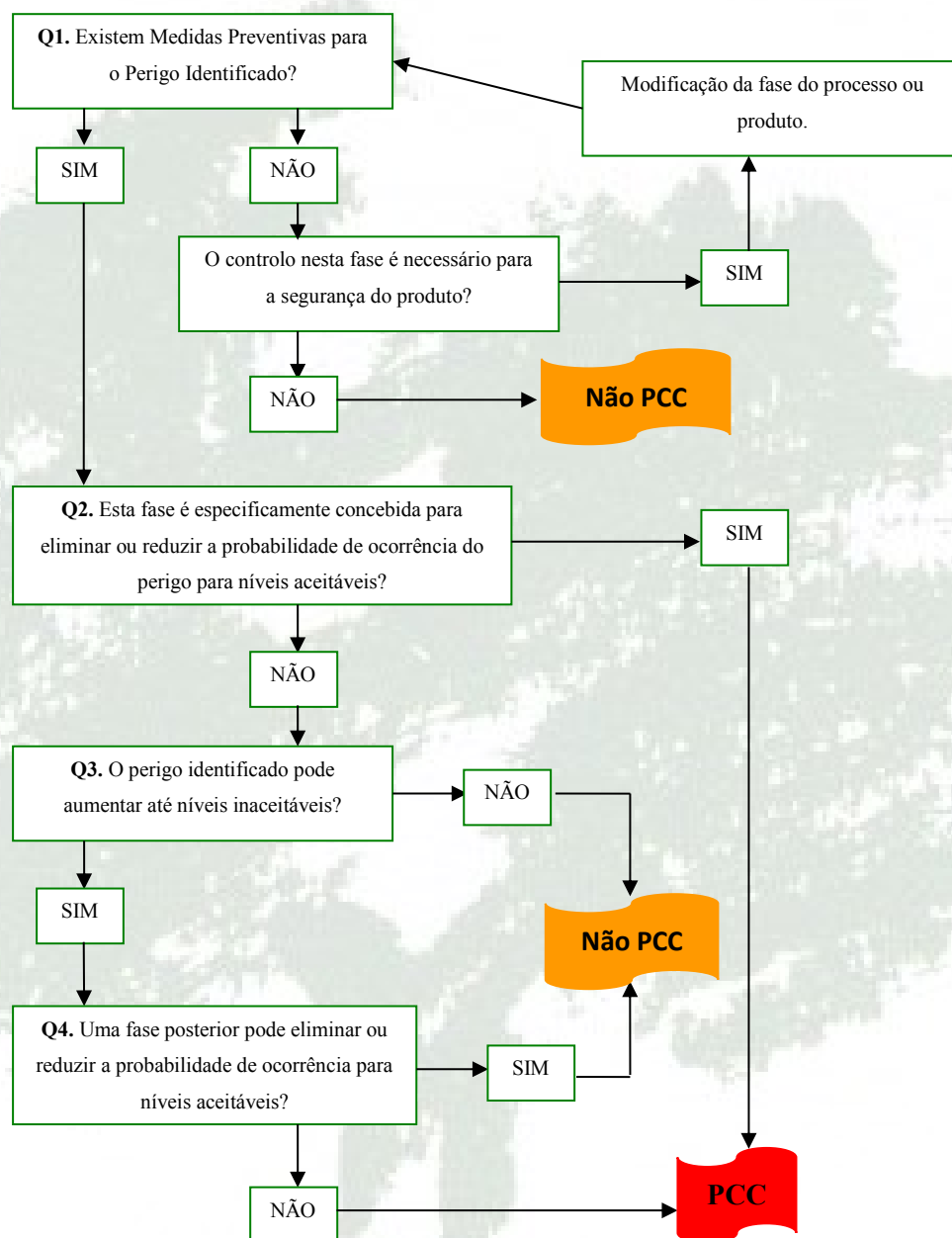
Figura 42- Matriz para determinação de factor de risco. Probabilidade (Frequência): 3- Diária/Semanal; 2- Mensal; 1- Anual ou Superior. Severidade (Consequências para a Saúde): 3- Morte ou Doença Irreversível; 2- Doença ou outra situação reversível; 1- Situação incómoda mas sem consequências para a saúde.



Os perigos a considerar (assinalados a vermelho), são sujeitos a uma árvore de decisão (figura 43). Os perigos classificados como PCC's pela árvore de decisão são tratados segundo o plano HACCP, enquanto aqueles não definidos como PCC's são tratados como PPRO's. Daqui se percebe que os PCC's são perigos de maior risco e que têm de ser controlados na fase identificada para se diminuir este mesmo risco.

Vista a distinção entre PPRO's e PCC's, importa verificar a estrutura do documento de identificação dos perigos e avaliação dos riscos (ver nos "Anexos/Anexos Confidenciais/GP05/Dossier de Segurança Alimentar/B.6"). Este documento, para além de outras informações, regista os perigos em cada sector, define o seu risco, propõe medidas de controlo e define quem, com que frequência e como se faz o controlo de cada perigo. Os perigos são geralmente classificados em biológicos, químicos e físicos. De entre os biológicos importa, entre outros, estudar os factores de contaminação microbiológica, seus factores de crescimento e, interessa estudar a origem de pragas.

Figura 43- Representação da "Árvore de decisão" utilizada na análise de perigos (baseada na Árvore de decisão do Codex Alimentarius).



De entre os perigos químicos podem-se considerar os seguintes: aditivos alimentares, pesticidas, produtos fitofarmacêuticos, metais pesados, toxinas naturais, alergêneos e químicos criados ou introduzidos pelo processo. A empresa está obrigada a fazer análises químicas aos seus produtos e a identificar todos os produtos introduzidos no processo uma vez que está definido por lei: a lista de substâncias autorizadas, seus critérios de pureza e o

limite de migração global e específica. Para dar um exemplo, os ftalatos - compostos derivados do ácido ftálico, aditivos com objetivo de deixar o plástico mais maleável - são substâncias cancerígenas e que provocam alterações hormonais e, devem ter migrações para solução hidroalcoólica inferiores a 60mg/L. Este tipo de regulamentação aplica-se a variadas substâncias, inclusivé: alergéneos (ex: metabissulfito de sódio), silicone, metais pesados, ocratoxina A, 2,4,6-triclorofenol ou pentaclorofenol (toxicológicos), entre variados outros produtos químicos, entre os quais aqueles introduzidos na lavação ou tratamento de superfície. Para além do que está presente nos géneros alimentícios, a regulamentação obriga também a que esteja assegurada a rastreabilidade do produto e cria também regras para a rotulagem, apresentação e publicidade dos produtos. Relativamente aos perigos físicos, estes estão associados à presença de partículas metálicas no produto e a vários outros objetos ou resíduos físicos que o produto possa adquirir durante o processo. Como se viu, estes perigos podem ser definidos como PPRO's ou PCCs sendo que, os PCCs são tratados segundo o plano HACCP.

A abordagem HACCP é outro dos aspectos centrais da norma ISO 22000. O HACCP é um método sistemático de análise dos perigos de segurança alimentar e de definição de pontos críticos de controlo em um processo produtivo. Através deste método, aspectos do processo produtivo passam a ser verificados em vários pontos para controlar não-conformidades. O HACCP consiste em doze etapas – algumas delas já referidas -, cinco etapas preliminares e sete princípios [1]:

1ª Etapa: Designar a equipa HACCP.

2ª Etapa: Descrever o produto e o processo produtivo.

3ª Etapa: Identificar a utilização prevista do produto. O objetivo é prever melhor o risco associado ao produto.

4ª Etapa: Elaborar o fluxograma do processo produtivo.

5ª Etapa: Confirmar o fluxograma no local.

1ª Princípio: Conduzir uma análise de perigos. Usar os conhecimentos adquiridos nas primeiras 5 etapas para analisar perigos biológicos, químicos e físicos em cada fase do processo. Devem também indicar-se quais as medidas preventivas a aplicar a cada perigo.

2ª Princípio: Determinar os Pontos Críticos de Controlo (PCC). Para se determinar se um ponto do processo é ou não um PCC, usa-se uma “Matriz de Factor de Risco” e uma “Árvore de Decisão”.

3º Princípio: Estabelecer os limites críticos dos PCC's. O objetivo é definir um valor ou critério de aceitabilidade.

4º Princípio: Estabelecer um sistema para monitorizar o controlo dos PCC's. Elaboração de procedimentos que permitam verificar a aceitabilidade do(s) parâmetro(s) correspondente(s) ao PCC.

5º Princípio: Estabelecer ações corretivas a empreender em caso de não aceitabilidade.

6º Princípio: Estabelecer procedimentos de verificação da adequação/eficácia do plano HACCP.

7º Princípio: Estabelecer sistema de documentação e manutenção dos registos.

No caso (ver nos “Anexos/Anexos Confidenciais/GP05/Dossier de Segurança Alimentar/B.4 e B.6”), apenas foi identificado um ponto crítico de controlo, conforme o que é definido pela árvore de decisão. Como se disse, para cada PCC, são estabelecidas frequências de avaliação e critérios/limites de aceitabilidade. Assim, para o PCC identificado, relativo à deteção de metais pós-embalamento, todos os lotes são controlados e a tolerância de aceitação é nula.

O plano de processo é outro documento muito importante para o sistema de segurança alimentar. Este constitui um resumo da metodologia de implementação e manutenção do sistema de segurança alimentar da CSP.

Anexo IV - Defeitos e Classificação Visual de Rolhas e Discos de Cortiça

Classifiquei os defeitos nas rolhas de cortiça natural em: defeitos da cortiça e, defeitos de fabricação.

Defeitos da Cortiça

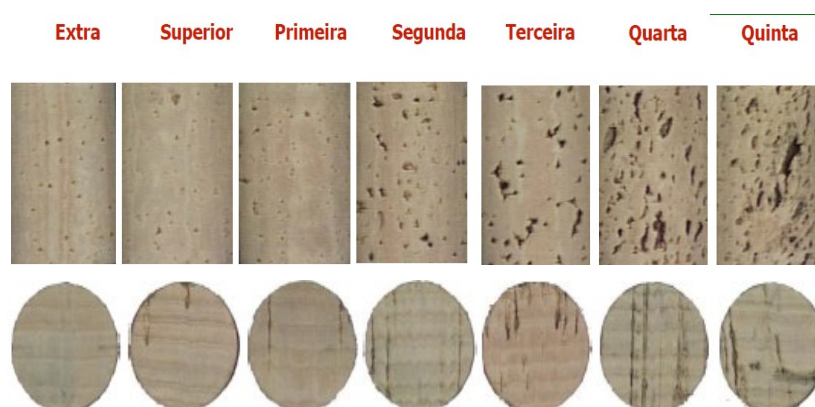
São defeitos que têm origem numa cortiça já com defeitos.

1- Porosidade- Um dos parâmetros centrais na avaliação da qualidade das rolhas é a homogeneidade da sua massa. A dimensão, quantidade e distribuição dos poros/lenticulas são dos principais fatores a influenciar a homogeneidade da massa da rolha. Sabendo que existe um grande grau de relatividade na análise da qualidade visual, apresento alguns critérios mais rigorosos para a classificação conforme a porosidade. Um critério mais rigoroso é o do coeficiente de porosidade que se define como a área de poro em 100cm². Exemplos de parâmetros médios de porosidade de cortiça [10]:

Classe de Qualidade	Coeficiente de Porosidade	Nº Poros/cm ²	Área dos poros (mm ²)
1º	3,3	568	0,58
3º	6,0	785	0,81
6º	12,4	815	1,57

Apesar disto, a classificação das rolhas de cortiça em classes tem alguma dose de relatividade, tanto na escolha manual como na escolha eletrónica. Na escolha manual, a definição da classe faz-se por comparação com padrões. A construção de padrões pressupõe já uma certa dose de subjetividade, diminuída pela comparação com outros padrões. Na escolha eletrónica, a variação está relacionada com os valores definidos para cada parâmetro para uma determinada classe. Vejamos alguns exemplos, para termos melhor consciência.

Embora as classes de rolhas sejam definíveis de modos diferentes, eis um exemplo.



E outro exemplo:



Como se compreende, as classes visuais têm base em padrões previamente definidos, com os quais posteriormente se irão comparar as novas amostras.

Do seguinte modo:



Ou seja, construído o padrão, por exemplo de 100 rolhas para a classe 1º, compara-se a amostra em análise com o padrão. O padrão, por exemplo da classe 1º, pode conter uma percentagem de rolhas da classe imediatamente acima e outra da classe imediatamente abaixo. Por exemplo, o padrão da mesma classe 1º, pode conter 10% de rolhas da classe Superior e 10% da classe 2º. Assim, considera-se a amostra em análise da classe 1º se: não contiver rolhas de outra classe que não Superior, 1º ou 2º; se não contiver mais de 10% de rolhas da classe 2º. No documento “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Qualidade Visual/Amostras de Referência”, vemos como se constróem estes padrões ou amostras de referência. É portanto deste modo comparativo que se aprova ou rejeita um lote pela qualidade visual. Esta avaliação comparativa tem principalmente base na porosidade. Outro critério para a aprovação/rejeição tem que ver com o nível de defeitos. Antes de os referirmos, vamos identificar os defeitos nas rolhas, para além da porosidade.

Outro aspecto tem que ver com a escolha das classes pelas máquinas de escolha eletrónica, uma vez que a avaliação da qualidade visual vem após a escolha eletrónica. A escolha eletrónica baseia-se em critérios objetivos e, será programada de modo diferente em diferentes empresas, conforme os padrões. São muito variados os parâmetros com que se configuram as máquinas de escolha, por exemplo, para a porosidade. Eis alguns deles: área total de poros (mm^2); área máxima do poro (mm^2); número total de poros; diâmetro médio (mm); Perímetro (cm); comprimento (mm); largura (mm); rectângulo médio (mm^2); diâmetro do círculo equivalente médio (mm); diâmetro do círculo equivalente máximo (mm); factor de forma médio; esfericidade média; convexidade média; racio médio; coeficiente de porosidade (%); concentração (No.100 cm^2 ou No.100 mm^2); distância ao poro mais próximo média (mm) [47]. A segregação de defeitos parece ser mais difícil de configurar pelo que, para isso se faz escolha manual.

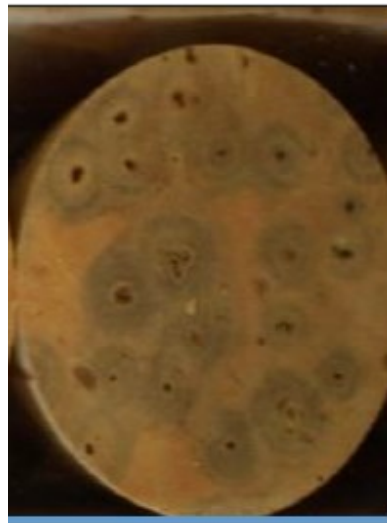
2- Verde- zona com células cheias de água, o que estaria associado a uma formação incompleta da lamela média em tecidos suberosos recentes (o que justifica que estejam próximos da barriga), o que permitiria uma maior difusão de água para estas zonas. Estes tecidos têm uma humidade de 400-500% e uma densidade de 470-930 kg/m³. O primeiro indicador justifica o problema que decorre desta alteração, uma contração acentuada do tecido aquando da secagem da cortiça (até 30% do volume inicial). Isto diminui a elasticidade da rolha e o preenchimento do gargalo, o que pode causar problemas de vedação. O verde na rolha, após secagem, revela-se por uma deformação/contração do tecido.



3- Pregos- zona com grande concentração de células esclerenquimatosas lenhificadas adjacentes às lentículas. De algum modo, estas células madeirentas provêm de tecidos adjacentes ao felogene, as quais ficam incluídas nos canais lenticulares do súber e progridem com o crescimento do mesmo. Esta madeira no meio da rolha influi na sua elasticidade (e vedação) e na sua densidade (maior).



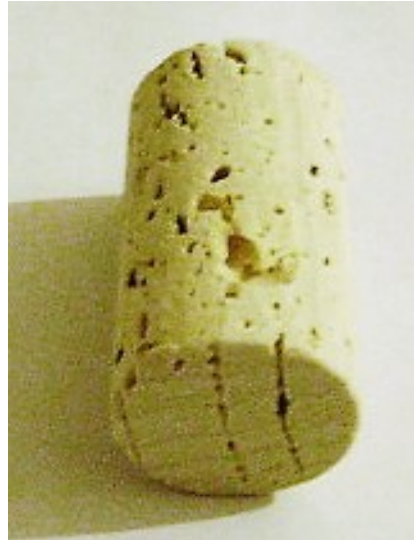
4- **Marmoreado-** manchas irregulares de cor cinzento-escuro/azuladas que se devem ao ataque de um fungo de cor azulada (*Meliophia ophiospora*), que cresce por entre as lentículas [32][48].



5- **Mancha Amarela-** manchas cinzento-claras na raspa e descoloração do tecido suberoso subjacente, o qual adquire odor característico de bolores. É mais frequente na base do sobreiro (calços). Geralmente se associa o fungo *Armillaria mellea* a esta manchas, assim como TCA. Apesar disto, um estudo evidenciou que nestas manchas estavam muitas vezes presentes fungos do género *Trichoderma* e que nem todas as espécies estavam associadas à presença de TCA [49].



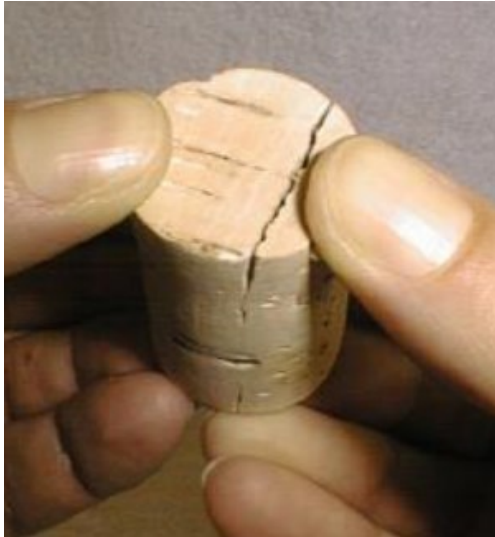
6- Bicho Formiga- galerias extensas e sinuosas nas rolhas, causadas pela formiga da cortiça *Crematogaster scutellaris* Oliv.. Estas perfurações distinguem-se das do bicho cobrilha porque têm um aspecto limpo, sem resíduos.



7- Bicho cobrilha- a larva da cobrilha (*Coroebus undatus*) faz galerias de aspecto mais sujo (ou com resíduos), mais geralmente junto à barriga, uma vez que se alimenta da seiva do sobreiro.



8- Esfoliação/Ano Seco- formação de camadas descontínuas ou descolamento de anéis de crescimento. Isto deve-se a causas como: perda de folhagem, incêndios ou secura, o que leva a uma diminuição da assimilação de nutrientes/água, o que tem impacto na atividade do felogene, o qual poderá passar a produzir células com paredes muito finas, o que favoreceria a desagregação.



9- Fendas- afectam a vedação.



Defeitos de Fabricação

1- **Costa-** rolha com costa por brocagem incorreta. Aumenta densidade e diminui elasticidade.



2- **Barriga-** rolha com barriga por brocagem incorreta.



3- Deformadas- pode incluir ovalidade, deformações, rolhas mal ponçadas ou mal topejadas.



4- Topos a partir- pequenas fendas que possam partir por aplicação de pressão.



5- Caleiras- defeito causada por sobreposição na brocagem, não se retirando o cilindro de cortiça completo. Prejudica a vedação.



Em rolhas técnicas, também se faz classificação visual das rolhas, logo que existam discos de cortiça natural (rolhas de champanhe e 1+1). As rolhas 1+1 são geralmente classificadas em A, B, C e D e as rolhas de champanhe são geralmente classificadas em Extra, Superior, 1º e 2º, conforme a qualidade visual dos discos de cortiça natural. Embora a classificação das classes seja diferente da das rolhas naturais, os defeitos de cortiça natural e alguns defeitos de fabrico são semelhantes. A acrescentar aos defeitos das rolhas de cortiça natural: discos mal colados, discos descentrados, discos virados ao contrário (com a face fraca para cima), rolhas mal comprimidas, resíduos estranhos e resíduos de cola no aglomerado. A comparação dos discos com os padrões faz-se com a melhor face virada para cima, que é a que vai ficar exposta após colagem.

Classificação Visual de Rolhas e Discos de Cortiça

A classificação das rolhas de cortiça em classes tem alguma dose de relatividade, na escolha manual como na escolha eletrónica. As classes visuais/padrões/amostra referência de rolhas constroem-se num processo em que podem estar envolvidos: fornecedores, produtores, clientes e máquinas de escolha eletrónica. As máquinas de escolha eletrónica, configuráveis, irão separar as rolhas em diferentes classes visuais e, a partir delas, melhor se pode definir quais serão as classes de quem as obtém separadas. Com base nessa separação, e possível reconfiguração da separação, se podem definir as classes visuais. Como vimos, geralmente as rolhas naturais se definem: Flor, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º, 5º. Os discos e rolhas 1+1: A, B, C, D. As rolhas de champanhe: Extra, Superior, 1º, 2º. Com base na análise às rolhas que envolvem estes intervenientes são definidas classes visuais que têm base em amostra de referência (ver “Anexos/Anexos Não Confidenciais/Qualidade Visual/Amostras de Referência”). Estas amostras vão servir de referência visual (geralmente com 100 rolhas/discos) para cada classe (e cliente ou fornecedor). Ou seja, construído o padrão, por exemplo de 100 rolhas para a classe 1º, compara-se a amostra em análise com o padrão. O padrão, por exemplo da classe 1º, pode conter uma percentagem de rolhas da classe imediatamente acima e outra da classe imediatamente abaixo. Por exemplo, o padrão da mesma classe 1º, pode conter 10% de rolhas da classe Superior e 10% da classe 2º. Assim, considera-se a amostra em análise da classe 1º se: não contiver rolhas de outra classe que não Superior, 1º ou 2º; se não contiver mais de 10% de rolhas da classe 2º. No documento “Anexos da Tese/Qualidade Visual/Amostras de Referência”, vemos como se constroem estes padrões ou amostras de referência. É portanto deste modo comparativo que se aprova ou

rejeita um lote pela qualidade visual. Esta avaliação comparativa tem principalmente base na porosidade.

Do seguinte modo:



Outro critério para a aprovação/rejeição tem que ver com o nível de defeitos. Os defeitos são classificados em críticos, maiores e menores, conforme “Anexos/Anexos Confidenciais/Qualidade Visual/Análise de Defeitos”. Após se contarem os defeitos críticos e maiores presentes na amostra, pode-se aprovar ou rejeitar o lote por defeitos, por exemplo, conforme critérios em “Anexos/Anexos Confidenciais/Qualidade Visual/Nível de Aceitação de Defeitos”.